This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A-G 1906

Grohs, W.
Die Primitivrinne der Flub-
Seeschwalbe.

Digitized by Google

HARVARD UNIVERSITY

LIBRARY

OF THE

Museum of Comparative Zoology

Digitized by Google

A-G
2 13.00
13 x 52

Aus dem anatomischen und zoologischen Institut
der Königlichen Universität Münster i. W.

Die Primitivrinne der Fluß-Seeschwalbe
(Sterna hirundo L.)

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der philosophischen und naturwissenschaftlichen Fakultät
der Königlichen Universität zu Münster i. W.

vorgelegt von

W. Grohs
aus Wattenscheid i. W.

Mit einer Tafel.

Leipzig
Wilhelm Engelmann
1906

Digitized by Google

Harvard College Library
NOV 1 1907
From the University
by exchange

TRANSFERRED TO
MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY

Dekan: Prof. Dr. phil. Busz.

Referent: Prof. Dr. med. et phil. E. Ballowitz.

Ein Teil dieser Arbeit ist mit der zugehörigen Tafel veröffentlicht im 3. Heft des LXXXV. Bandes der »Zeitschrift für wissensch. Zoologie« 1906.

Digitized by Google

Seiner lieben Mutter
in Dankbarkeit gewidmet.

Digitized by Google

Digitized by Google

Gift of Harvard College Library

Museum of Comparative Zoology
AUG 16 1938
LIBRARY

Zum Studium der Entwicklungsgeschichte der Vögel wurde bis in die neueste Zeit ganz vorwiegend das Hühnchen verwendet. Die Gründe, welche die Forscher dazu veranlaßten, waren rein äußerliche. Frisch gelegte Hühnereier sind jederzeit leicht zu erhalten und können in bequemster Weise bis zu jedem gewünschten Embryonalstadium, sei es durch eine Henne oder durch eine Brutmaschine ausgebrütet werden. Erst in den letzten Dezennien fing man an, auch Keimscheiben andrer Vogelarten zu untersuchen und die erhaltenen Resultate mit den beim Hühnchen gemachten Beobachtungen in Einklang zu bringen. In der vorliegenden Arbeit, welche einen Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Vögel liefern soll, ist als Untersuchungsobjekt die Fluß-Seeschwalbe, *Sterna hirundo* L., gewählt. Einige Entwicklungsstadien dieses Vogels haben schon Bearbeiter gefunden. So beschreibt C. K. Hoffmann in seiner Abhandlung: »Die Bildung des Mesoderms, die Anlage der Chorda dorsalis und die Entwicklung des Canalis neurentericus«, zwei Keimscheiben, von denen die eine vier, die andre fünfzehn Urwirbel aufweist, während P. Mitrophanow in seinen »Beiträgen zur Entwicklung der Wasservögel«, »Tatsachen aus der ersten Entwicklung der Seeschwalbe (*Sterna hirundo*)« gibt.

In der vorliegenden Arbeit sollen Keimscheiben, auf denen der Primitivstreifen mit der Primitivrinne deutlich zu sehen ist, genauer untersucht werden.

Das Material wurde vom Herrn Professor Ballowitz in den

Digitized by Google

Jahren 1901, 1903 und 1904 bei Greifswald gesammelt. In der Gristower Bucht, nahe bei der Insel Riems, an der neuvorpommerschen Küste befinden sich einige kleine Inselchen, auf welchen die *Sterna hirundo* in größeren Kolonien brütet. Die den Nestern morgens und vormittags entnommenen Eier wurden, vorsichtig zwischen Häcksel verpackt, in das Laboratorium im Greifswalder anatomischen Institut transportiert und dort noch an demselben Tage präpariert. Aus den eröffneten Eiern brachte Professor BALLOWITZ den Dotter in eine Schale mit angewärmter physiologischer Kochsalzlösung, befreite ihn am Keimhof von dem anhaftenden Eiweiß und betupfte vermittels eines Pinsels den Keimhof nebst Embryo so lange mit der fixierenden Flüssigkeit, bis das Eiweiß geronnen war; Keimhof und Embryo werden dann weiß und undurchsichtig. Alsdann umschnitt Professor BALLOWITZ den fixierten Keimhof mit einer feinen Schere, schwemmte ihn vom Dotter ab und brachte ihn zur weiteren Fixierung auf mehrere Stunden mit einem Glaslöffel in ein reichliches Quantum der fixierenden Flüssigkeit. Zur Fixierung diente ZENKERsche Flüssigkeit oder Eisessig-Sublimatlösung (fünf Teile Eisessig auf 100 Teile in der Wärme gesättigte Sublimatlösung in Aqua destillata). Gehärtet wurde der Keimhof alsdann in von 70%—90% ansteigendem Alkohol. Als Professor BALLOWITZ an die münstersche Hochschule berufen wurde, bettete er, um die Keimscheiben beim Transport nach Münster vor Schädigungen zu bewahren, jede einzeln in Celloidin ein. In diesem Zustande wurde mir das überaus reichliche Material von Professor BALLOWITZ in dankenswerter Weise bereitwilligst zur Verfügung gestellt. Bevor ich an die Untersuchung der einzelnen Keimhäute heranging, befreite ich sie durch Behandlung mit Ätheralkohol vom Celloidin, führte sie dann in absoluten Alkohol, weiter zwecks Befreiung von Sublimat-Niederschlägen in Jodalkohol und schließlich in 70% Alkohol über. Jetzt suchte ich diejenigen Stadien heraus, auf denen der Primitivstreifen mit der Primitivrinne zu sehen war. Die Zahl der Keimscheiben, bei denen dieses der Fall war, betrug einundzwanzig. Jede untersuchte ich bei 20facher Lupenvergrößerung und fertigte von ihrer Oberfläche kleine Skizzen und kurze Beschreibungen an, um später die Querschnittserien auf Grund dieser Skizzen und Beschreibungen genau kontrollieren zu können. Von denjenigen Keimhäuten, auf denen die Primitivrinne besondere Bildungen aufwies, wurden bei auffallendem Lichte Flächenbilder gezeichnet. Nach allen diesen Vorbereitungen zerlegte ich die Embryonen mit Ausnahme eines einzigen mit dem Mikrotom in

Digitized by Google

Querschnittserien. Vor dem Schneiden behandelte ich die Keimscheiben mit absolutem Alkohol und Chloroform; alsdann wurden sie in Paraffin von 45° und von diesem in solches von 52° Schmelzpunkt gebracht. Die Schnitte wurden mit dem Mikrotom von SCHANZE, Leipzig, angefertigt; ihre Schnittdicke beträgt 15 μ. Zum Aufkleben der einzelnen Paraffinschnitte benutzte ich die Eiweiß-Glyzerin-Wasser-Methode. Nachdem die mit den aufgeklebten Serien beschickten Objektträger einige Tage im Trockenofen gelegen, wurde das Paraffin mit Xylol abgewaschen; sodann wurden die aufgeklebten Serien mit Boraxkarmin gefärbt und zum Schluß in Kanadabalsam eingeschlossen. Die Untersuchungen erstreckten sich auf Keimscheiben, bei denen der Primitivstreifen mit der Primitivrinne noch in Entwicklung begriffen ist bis zu solchen, wo die Medullaranlage auftritt.

Im folgenden werde ich zunächst eine Beschreibung jeder einzelnen Keimscheibe und der zugehörigen Querschnittserie, sodann eine Zusammenfassung der Befunde geben und zum Schluß eine allgemeine Literaturübersicht über diese Embryonalstadien, soweit sie die Klasse der Vögel betrifft.

Eigne Untersuchungen.

Keimscheibe 1.

a. Beschreibung des Flächenbildes.

Fig. 1 der Tafel stellt eine Keimscheibe dar, auf der der Primitivstreifen seine höchste Ausbildung noch nicht erreicht hat. Der helle Fruchthof, scharf gegen den dunklen abgesetzt, ist beinahe kreisrund; nach seinem hinteren Ende zu verschmälert er sich ein wenig, sein Querdurchmesser ist gleich dem Längsdurchmesser. In der Mittellinie der Area pellucida und zwar an ihrem hinteren Ende erkennt man den in gerader Richtung verlaufenden Primitivstreifen mit der in ihn deutlich eingegrabenen Primitivrinne. Der Primitivstreifen erreicht mit seinem knopfartig verdickten Vorderende, dem Primitivknoten, nicht die Mitte des hellen Fruchthofes, sein verbreitertes Hinterende aber reicht an den dunklen Fruchthof heran. In dem Primitivknoten sieht man eine grübchenförmige Vertiefung, von der eine feine Rinne, die Primitivrinne, ausgeht, die sich nicht ganz über den Primitivstreifen hinzieht, sondern schon eine Strecke vor der Area opaca aufhört. In dem vor dem Primitivstreifen gelegenen Bezirk des hellen Fruchthofes ist eine Differenzierung noch nicht aufgetreten. Die in dieser Partie gelegenen beiden Vertiefungen,

Digitized by Google

sind, wie sich aus der Querschnittserie ergeben hat, durch Einsenkungen des Ectoderms an den betreffenden Stellen entstanden.

b. Beschreibung der Querschnittserie.

Bei der Beschreibung der Serien beginne ich mit demjenigen Schnitt, der durch das vorderste Ende des Primitivstreifens geführt ist. Ich werde von dieser Stelle aus, den betreffenden Schnitt als Orientierungsschnitt betrachtend, eine genaue Schilderung der Verhältnisse geben, wie sie die an ihn nach vorn und hinten sich anschließenden Schnitte darbieten. Der Orientierungsschnitt ist daran zu erkennen, daß bei ihm ein schwacher ectodermatischer Keil in das Mesentoderm vorspringt, während dieses auf dem vorhergehenden nicht der Fall ist, sondern hier das Ectoderm sich glatt über das Meso-Entoderm hinwegzieht.

In dem zunächst in Frage kommenden Schnitt kann man nur zwei Keimblätter unterscheiden, das obere und untere. Eine Differenzierung des unteren Keimblattes in Entoderm und Mesoderm ist nicht vorhanden, da die unregelmäßig gestalteten Zellen ein zusammenhängendes Gewebe darstellen. Das Ectoderm ist in seiner Mitte höher als lateralwärts; es besteht im Bereiche des hellen Fruchthofes aus einer mehrere Lagen dicken Schicht cylindrischer Zellen und geht schließlich über dem Dotterwall in eine einzellige Schicht ganz platter Elemente über. In seiner Achse zeigt es eine ganz schwache Verdickung, in die eine seichte Rinne, der Anfang der Primitivgrube, eingegraben ist. Die Verdickung ragt in das unter ihm liegende Gewebe hinein, welches dieser so dicht anliegt, daß an einer schmalen Stelle eine Trennung beider nicht mehr möglich ist. Die Mehrschichtigkeit des noch nicht differenzierten unteren Keimblattes, des Meso-Entoderms, erreicht zu beiden Seiten des Keils ihre höchste Ausdehnung. Lateralwärts wird es dünner und geht schließlich als einschichtiges Blatt in das Dotterentoderm über. Zu erwähnen ist noch, daß das Meso-Entoderm zu beiden Seiten des Ectodermkeils asymmetrisch verteilt ist, indem es an der einen Seite länger anhält als an der andern.

Der erste Schnitt, der dem beschriebenen vorhergeht, läßt einen Ectodermkeil nicht mehr erkennen; dieser ist vollständig verschwunden. Das obere Keimblatt, noch eine flache Vertiefung aufweisend, ist deutlich von dem unteren, dessen Mehrschichtigkeit in der Medianlinie in diesem Schnitt ihre stärkste Ausbildung erreicht hat, getrennt.

Die folgenden Schnitte bieten mehr oder minder dasselbe Bild.

Digitized by Google

Je weiter man nach vorn kommt, desto mehr geht die Ausbildung des Meso-Entoderms zurück und desto größer wird der Spalt, der beide Blätter trennt. In dem neunten Schnitt nach vorn[1] hat sich die Mehrschichtigkeit des Meso-Entoderms auf die mittlere Partie beschränkt und bildet eine Platte, die sich seitwärts als einschichtige Lamelle in den Randwulst erstreckt. Der dieser Platte entsprechende Bereich des oberen Keimblattes zeigt eine schwache Hervorwölbung.

Der 10., 11. und 12. Schnitt n. v. zeigt zwei Einbuchtungen im Ectoderm, durch welche die auf dem Flächenbilde vor dem Primitivstreifen gelegenen beiden Vertiefungen ihre Erklärung finden.

Die Mehrschichtigkeit des Meso-Entoderms ist im 17. Schnitte n. v. vollständig verschwunden. Es ist also nur das Entoderm vorhanden, welches eine einschichtige Lage platter Zellen bildet.

Dieselben Verhältnisse wiederholen sich nun an allen folgenden Schnitten, die durch das vordere Ende des hellen Fruchthofes geführt sind. Das obere Keimblatt bleibt bis zum Übergang in den dunklen Fruchthof mehrschichtig. Schließlich im 29. Schnitt n. v. erfolgt der Übergang des Ectoderms und Entoderms in den vorderen Randwulst.

Geht man vom Orientierungsschnitt aus nach hinten, so weisen die beiden auf ihn folgenden Schnitte eine Vertiefung der Rinne auf. Die die Primitivrinne begrenzenden Primitivwülste sind ungleichmäßig ausgebildet; an der einen Seite ist der Wulst höher als an der andern.

Im 3. Schnitt n. h. erreicht die Rinne ihre größte Tiefe. Im ganzen Primitivbereich ist eine Verwachsung des oberen Keimblattes mit dem unteren noch undifferenzierten Blatt eingetreten. Auf dem 4. und 5. Schnitt n. h. wird die Primitivrinne flacher.

Der 6. Schnitt n. h. zeigt eine Differenzierung des unteren Keimblattes. Von der Verwachsungsstelle im Primitivbereich gehen lateralwärts Mesoderm und Entoderm aus. Dasselbe Bild wiederholen der 7. und 8. Schnitt n. h.

Der 9. Schnitt n. h. unterscheidet sich dadurch von dem unmittelbar vorhergehenden, daß das Mesoderm an der einen Seite sich bis zum Randwulst erstreckt. Die Primitivrinne wird noch flacher; ebenso nimmt die Dicke der Keimblätter ab.

Die folgenden Schnitte verhalten sich ebenso.

---

[1] In Zukunft werden für die Bezeichnungen nach vorn und nach hinten die Abkürzungen n. v. und n. h. benutzt und die betreffenden Schnitte mit arabischen Zahlen angegeben.

Digitized by Google

Im 19. Schnitt n. h. wird die Primitivrinne wieder tiefer.

Ein wesentlich andres Verhalten zeigt der 23. Schnitt n. h. Die Verwachsungsstelle im Primitivbereich hat geringere Ausdehnung angenommen. Die Basis der Primitivrinne ist ein wenig emporgehoben. Die dadurch entstandenen beiden Seitenteile der Rinne sind ungleich tief. Diese Asymmetrie der Rinne tritt im folgenden Schnitt noch deutlicher hervor. Es ist also eine Gabelung der Primitivrinne vorhanden. Im Flächenbilde konnte diese nicht nachgewiesen werden.

Im 25. Schnitt n. h. erkennt man eine deutliche Trennung der drei Keimblätter seitlich der Verwachsungsstelle, während sie in dieser miteinander in engster Verbindung stehen. Aus der axialen untrennbaren Zellmasse geht das Mesoderm als mehrschichtiges Blatt hervor, wird lateralwärts dünner und erstreckt sich schließlich als einschichtiges Blatt in den Randwulst. Auch hier tritt eine ungleichmäßige Entwicklung des Mesoderms zu beiden Seiten der Verwachsungsstelle deutlich hervor.

In den folgenden Schnitten verschwindet die eine Seite der Rinne, während die andre noch ein wenig tiefer wird; doch diese hört auch bald auf.

Je weiter man nach hinten kommt, desto mehr sondert sich das untere Keimblatt von dem mittleren, bis schließlich im 37. Schnitt eine vollständige Trennung beider Blätter eingetreten ist. Die Verwachsung des Mesoderms mit dem Ectoderm bleibt noch eine kurze Strecke bestehen; alsdann sieht man alle drei Keimblätter getrennt.

Keimscheibe 2.

a. Beschreibung des Flächenbildes.

Auf der in Fig. 2 dargestellten Keimscheibe hat der helle Fruchthof fast birnförmige Gestalt angenommen. Der in seinem hinteren Ende verlaufende Primitivstreifen zeigt zum Unterschiede von dem in Fig. 1 der Tafel dargestellten keinen Primitivknoten; auch ist in diesem die Primitivrinne nicht grübchenartig erweitert. Letztere verläuft in gerader Richtung gegen die Area opaca hin, zu beiden Seiten von den in ihrem ganzen Verlaufe gleichstark ausgebildeten Primitivwülsten begrenzt. In dem Bezirk vor dem Primitivstreifen ist noch keine Differenzierung aufgetreten.

b. Beschreibung der Querschnittserie.

Der Schnitt durch das vorderste Ende des Primitivstreifens bietet ein wesentlich andres Bild wie der der vorhergehenden Keimscheibe.

Digitized by Google

Man kann drei Blätter unterscheiden. Das Ectoderm zeigt dasselbe Verhalten wie früher. Es treibt in seiner Achse einen schwachen Keil in die unter ihm liegende Schicht und ist deutlich von dieser getrennt. Letztere geht seitlich in das mehrschichtige Mesoderm und das einschichtige Entoderm über. Ersteres, aus rundlich-ovalen Zellen bestehend, liegt dem unteren Keimblatt dicht an; seine Mehrschichtigkeit nimmt lateralwärts allmählich ab und endigt kurz vor dem Randwulst. Das Entoderm geht als einschichtiges Blatt aus der axialen Verwachsungsstelle hervor und erstreckt sich als solches in den Dotterwall. Die Zellen des unteren Keimblattes haben in den Schnitten langgestreckte, spindelförmige Gestalt. In dem Ectodermkeil ist eine Rinne noch nicht zu sehen.

Die Verwachsungsstelle von Mesoderm und Entoderm erreicht in dem 1. Schnitt n. v. ihre höchste Ausdehnung, infolgedessen wird das obere Keimblatt ein wenig vorgewölbt. Die Ectodermwucherung ist hier noch ganz schwach angedeutet. Diese verschwindet erst auf dem vorhergehenden Schnitt.

Bis zum 10. Schnitt n. v. nimmt die axiale Verdickung, die aus der Vereinigung von Mesoderm und Entoderm besteht, mehr und mehr ab. Das Mesoderm legt sich dem Entoderm dichter an und verwächst auf eine weitere Strecke mit ihm, um sich dann erst wieder zu trennen. Dasselbe Bild bieten die vorhergehenden Schnitte; das mittlere Keimblatt liegt dem unteren schließlich so dicht an, daß es nicht mehr von ihm zu trennen ist.

Im 27. Schnitt n. v. ist nur ein einschichtiges Entoderm vorhanden, das Ectoderm ist niedriger geworden. Die hieran nach vorn sich anschließenden Schnitte zeigen bis zum Übergang in den dunklen Fruchthof dasselbe Aussehen.

Bei der Betrachtung der Schnitte durch den Primitivbereich bemerkt man sofort im Gegensatz zur vorhergehenden Serie die geringe Tiefe der Primitivrinne. Sie tritt in den ersten Schnitten als ganz flache und weite Furche auf, die nach hinten ein wenig an Tiefe zunimmt und unmittelbar vor der Grenze des hellen Fruchthofes aufhört zu existieren. Vom Boden der Rinne geht eine ectodermatische Wucherung nach unten und steht mit dem Meso-Entoderm in engster Verbindung. Diese axiale Ectodermverdickung ist auf Schnitten, die durch das vordere Ende des Primitivstreifens geführt sind, am stärksten ausgebildet, nimmt nach hinten allmählich ab und hört schließlich vollständig auf. Was das mittlere Keimblatt anbetrifft, so erreicht es immer größere Ausdehnung, je weiter man nach hinten kommt. Von

Digitized by Google

dem Mesoderm trennt sich zuerst das Entoderm und dann das Ectoderm, so daß zum Schluß alle drei Keimblätter voneinander gesondert sind.

Keimscheibe 3.

a. Beschreibung des Flächenbildes.

Im folgenden gebe ich die Beschreibung einer Keimhaut, deren Entwicklung ein wenig weiter vorgeschritten ist, wie die beiden vorhergehenden, obwohl auf dem Flächenbilde innerhalb des hellen Fruchthofes, der birnförmige Gestalt hat, nur ein weißer Höcker zu sehen ist, wahrscheinlich aus dem Grunde, weil das Oolemm noch erhalten war.

b. Beschreibung der Querschnittserie.

Im Orientierungsschnitt schiebt sich wieder ein Ectodermkeil in die unter ihm liegende undifferenzierte Zellenlage. In ihn ist eine feine Rinne eingegraben. Die Ectodermwucherung, an der Basis und an der rechten Seite vom mehrschichtigen Meso-Entoderm getrennt, buchtet dieses nach unten vor. Aus der Verwachsungsstelle gehen lateralwärts das Mesoderm, welches den Randwulst erreicht, und das Entoderm hervor. Die Gestalt der Zellen in allen drei Blättern ist dieselbe wie früher.

Im 1. Schnitt n. v. zieht das obere Keimblatt, noch einen schwachen Keil aufweisend, glatt über das mittlere hinweg. Der mediane durch Verwachsung von Meso- und Entoderm entstandene Zellenkomplex zeigt einen Einschnitt, eine Art Rinne, die noch auf dem unmittelbar vorhergehenden Schnitt zu sehen ist.

Weiter nach vorn legen sich die Zellen des Mesoderms, dessen laterale Ausdehnung nach und nach abnimmt, dem Entoderm dichter an und sind schließlich nicht mehr von ihm zu trennen, so daß es den Anschein hat, als ob man es mit einem mehrschichtigen Entoderm zu tun hätte. Doch diese Mehrschichtigkeit hält nicht mehr lange an, sondern schon bald ist das Entoderm in seiner ganzen Ausdehnung einschichtig.

Auf dem 1. Schnitt n. h. wird die Primitivrinne tiefer und die Primitivwülste rücken weiter auseinander. Vom Boden der Rinne geht ein feiner Spalt nach unten. Im Primitivbereich stehen die drei Keimblätter in engster Verbindung.

In den folgenden Schnitten nimmt die mittlere Partie an Mächtigkeit zu. Die axiale Ectodermverdickung ist nicht von der unter ihr liegenden Schicht zu trennen.

Digitized by Google

Der 7. Schnitt n. h. unterscheidet sich dadurch von seinen Vorgängern, daß Meso- und Entoderm lateralwärts voneinander getrennt sind, und die Primitivrinne nicht mehr dieselbe Tiefe erreicht wie vorher.

Im 17. Schnitt n. h. sieht man das Mesoderm mit scharfem Rande über dem Dotterwall endigen.

Bis zum folgenden Schnitt noch tritt eine Verflachung der Primitivrinne ein; alsdann wird sie tiefer.

Auf dem 26. Schnitt n. h., Fig. 8 der Tafel gibt ihn wieder, geht vom Grunde der Rinne ein feiner Spalt aus, dessen unteres Ende sich ein wenig erweitert. Dieser Spalt ist zwar auf den vorhergehenden Schnitten schon zu sehen, tritt aber hier erst scharf hervor. Die Lagerung der Zellen des mittleren Keimblattes erweckt den Anschein, als ob sie vom Boden der Primitivrinne zwischen Ectoderm und Entoderm gewandert wären. Im Bereich der ectodermatischen Wucherungszone sind die Mesodermzellen dichter aneinander gelagert als seitlich derselben. Von dem mittleren Keimblatt ist das untere vollständig getrennt.

Kommt man weiter nach hinten, so verliert die Ectodermwucherung immer mehr an Ausdehnung; an die Stelle derselben rückt das Mesoderm, welches von der Basis dieses Keils nicht zu trennen ist. An Schnitten, die durch das hinterste Ende des hellen Fruchthofes geführt sind, sieht man Ecto-, Meso- und Entoderm voneinander geschieden. Die Dicke des oberen Keimblattes hat abgenommen; die Primitivrinne ist nicht mehr vorhanden. Diese lief auf den vorhergehenden Schnitten ganz flach aus.

Keimscheibe 4.

a. Beschreibung des Flächenbildes.

Auf der jetzt zu beschreibenden Keimscheibe ist in dem birnförmigen hellen Fruchthofe und zwar an seinem hinteren Ende eine von zwei linearen Erhebungen begrenzte Rinne zu sehen. Das vordere und hintere Ende der Rinne war nicht deutlich abzugrenzen.

b. Beschreibung der Querschnittserie.

Der erste Schnitt durch den Primitivknoten zeigt ein ähnliches Bild, wie der Orientierungsschnitt der zuletzt beschriebenen Keimhaut. Das obere Keimblatt zeigt wieder in seiner Mitte eine Verdickung, welche in die noch nicht in Mesoderm und Entoderm diffe-

Digitized by Google

renzierte Schicht vordringt. Letztere ist in der medianen Partie mehrschichtig und geht lateralwärts als einschichtige Lamelle in den Dotterwall über.

Der vorhergehende Schnitt unterscheidet sich von diesem dadurch, daß an die Stelle der Ectodermverdickung eine solche des unteren Blattes getreten ist, welche durch einen Spalt vom oberen Keimblatt getrennt ist und eine Hervorwölbung desselben hervorgerufen hat.

In den weiter nach vorn liegenden Schnitten wird der Spalt zwischen dem oberen und unteren Keimblatt immer größer. Die meso-entodermale Verdickung nimmt mehr und mehr ab.

Im 14. Schnitt n. v. ist das untere Keimblatt in seiner ganzen Ausdehnung einschichtig.

Die Schnitte von 15—40 n. v. stimmen mehr oder minder überein. Je weiter man nach vorn kommt, desto niedriger wird das Ectoderm und desto geringer ist die Ausdehnung des Entoderms.

Auf dem 1. Schnitt n. h. sieht man eine in den Ectodermkeil eingegrabene Rinne, die auf dem folgenden eine beträchtliche Tiefe erreicht und auf dem sich daran anschließenden noch tiefer wird.

Im 5. Schnitt n. h. ist das Mesoderm fest mit dem Entoderm verbunden und erreicht seitlich noch nicht den Dotterwall. Der in das Meso-Entoderm vorspringende Keil liegt diesem so dicht an, daß er nicht mehr von demselben zn trennen ist.

In den weiter nach hinten sich anschließenden Schnitten beginnt das Entoderm sich vom Mesoderm zu trennen. Dieses hat sich weiter ausgebreitet, erreicht aber noch nicht den dunklen Fruchthof.

Erst im 10. Schnitt n. h. ist das untere Keimblatt als einzellige Lamelle langgestreckter Zellen zu erkennen. Das Mesoderm ist in diesem Schnitt vom Ectoderm nicht zu trennen. Die Primitivrinne ist weiter geworden.

Der 19. Schnitt n. h. zeigt insofern ein andres Bild, als hier das mittlere Keimblatt sich in den dunklen Fruchthof hineinerstreckt. Das Entoderm ist deutlich getrennt. Die folgenden Schnitte haben dasselbe Aussehen.

Im 35. Schnitt n. h. sieht man die Keimblätter getrennt. Die ectodermatische axiale Wucherung ist noch in geringer Ausdehnung vorhanden. In dieser ist eine ganz schwache Andeutung einer Primitivrinne noch zu sehen.

In den nächstfolgenden Schnitten sind Primitivrinne sowie Ectodermkeil verschwunden.

Digitized by Google

Keimscheibe 5.

a. Beschreibung des Flächenbildes.

Fig. 3 der Tafel gibt eine in der Entwicklung weiter fortgeschrittene Keimscheibe wieder. In der Achse des birnförmigen hellen Fruchthofes, der an Ausdehnung zugenommen hat, sieht man den Primitivstreifen, der nach vorn ein wenig über die Mitte desselben hinausgeht und nach hinten ungefähr den Rand der Area opaca erreicht. An seinem vorderen Ende zeigt der Primitivstreifen eine schwache nach außen vorspringende Verdickung. Die Primitivrinne stellt eine mediane dunkle Linie dar, die von schmalen Erhebungen, den Primitvwülsten, begrenzt wird. Sie weist im Primitivknoten keine grübchenförmige Vertiefung auf und ist ganz gerade gestreckt bis auf ihr hinteres Ende. An dieser Stelle tritt eine Gabelung der Rinne auf. Dieselbe geht in zwei Furchen über, die nach hinten hin divergieren und sich hier flach verlaufen. Eine dieser beiden Furchen sendet noch zwei Äste aus, die nach derselben Seite gerichtet sind.

b. Beschreibung der Querschnittserie.

Im Orientierungsschnitt ragt eine axiale Verdickung des oberen Keimblattes, die zahlreiche Kernteilungsfiguren aufweist, in das Meso-Entoderm vor und ist eng mit demselben verbunden, so daß alle drei Keimblätter miteinander verwachsen zu sein scheinen. In der Ectodermwucherung ist der Anfang der Primitivrinne zu sehen, welche von asymmetrisch entwickelten Primitivwülsten eingefaßt wird. Das Ectoderm zeigt in seinem weiteren Verlaufe dasselbe Verhalten, wie in früheren Serien. Die Zellen des Mesoderms sind im Bereich des hellen Fruchthofes lockerer aneinander gelagert als über dem Dotterwall, wo es mit scharfem Rande endigt. Auch ist das Mesoderm zu beiden Seiten der Verwachsungsstelle ungleichmäßig entwickelt, an der einen Seite stärker als an der andern.

Die durch den vor dem Primitivstreifen gelegenen Bezirk geführten Schnitte bieten nichts Neues. Das mittlere Keimblatt legt sich, je weiter man nach vorn kommt, dem unteren dichter an, verliert seitlich an Ausdehnung und wird dünner, bis endlich die durch den vordersten Teil des hellen Fruchthofes geführten Schnitte ein mehrschichtiges Ectoderm und ein einschichtiges Entoderm aufweisen.

Der 1. Schnitt n. h. weist eine seichte Rinne auf, welche im folgenden tiefer wird.

Im 3. Schnitt n. h. ist das Entoderm vom Mesoderm getrennt,

Digitized by Google

während letzteres mit der Ectodermwucherung aufs engste verbunden ist.

Anders liegen die Verhältnisse im 7. Schnitt n. h. Die Primitivrinne ist weit und läuft spitz zu; dem mächtig entwickelten Ectodermkeil liegt links ein deutlich getrennter Mesodermflügel an, während der rechte noch mit ihm verbunden ist.

Der 10. Schnitt n. h. zeigt alle drei Keimblätter in der Achse getrennt. Seitlich der axialen Ectodermverdickung, in der eine von ungleich stark entwickelten Primitivwülsten begrenzte Rinne zu sehen ist, sind beide Mesodermflügel scharf von demselben geschieden. Unter dem Keil stehen sie durch eine einzellige Schicht, die ebenfalls von ihm getrennt ist, in Verbindung. Das Entoderm ist einschichtig.

In den folgenden Schnitten ist der Ectodermkeil nicht immer vom Mesoderm zu trennen. Die unter ihm liegende Verbindung der beiden Mesodermflügel bleibt einschichtig. Die Primitivrinne hat ein variables Aussehen, einmal ist sie rund, ein andermal läuft sie wieder spitz zu.

Auf dem 21. Schnitt n. h. ist eine deutliche Trennung der Keimblätter zu erkennen. Das obere Keimblatt ist sogar von dem mittleren durch einen feinen Spalt getrennt.

Die weiteren Schnitte zeigen ein mehr oder minder gleiches Aussehen. In der Mitte ist die Grenze zwischen Mesoderm und Ectoderm verwischt. Die axiale Ectodermverdickung nimmt allmählich ab. Die Primitivrinne verflacht sich.

Im 55. Schnitt n. h. wird die flach und weit gewordene Rinne durch einen hügelartigen Vorsprung in zwei Arme geteilt, welche im nächstfolgenden Schnitt weiter auseinander rücken. Auf den folgenden Schnitten ist die Rinne nicht weiter zu verfolgen.

Im Anschluß hieran gebe ich die Beschreibung zweier Keimscheiben, die dasselbe Entwicklungsstadium zeigen.

Keimscheibe 6.

a. Beschreibung des Flächenbildes.

Auf dieser Keimhaut ist der Primitivstreifen vollständig entwickelt, ebenso die Primitivrinne, welche sich an ihrem vorderen Ende grübchenförmig einsenkt. Parallel dem vorderen Rande des hellen Fruchthofes sind zwei Falten bemerkbar.

Digitized by Google

b. Beschreibung der Querschnittserie.

Auf dem Schnitt durch den Primitivknoten zeigt das Ectoderm eine schwache Vertiefung in seiner Mitte. An dieser Stelle ragt das obere Keimblatt keilartig in die untere Zellenschicht, aus der seitlich Mesoderm und Entoderm hervorgehen. Beide Blätter, welche noch eine Strecke weit miteinander verbunden sind, trennen sich lateralwärts. Das mittlere Keimblatt ist zu beiden Seiten der Verwachsungsstelle ungleichmäßig entwickelt, indem es sich an der einen Seite weiter in den dunklen Fruchthof hineinerstreckt als an der andern. Über dem Dotterwall endigt es als vollkommen abgeschlossenes Blatt.

Im 1. Schnitt n. v. erstreckt sich das Ectoderm, durch einen feinen Spalt vom Mesoderm getrennt, glatt über den hellen Fruchthof hinweg. In seiner Mitte weist es noch eine seichte Rinne auf. An die Stelle des Ectodermkeils, der hier noch ganz schwach angedeutet ist, ist der Kopffortsatz getreten.

Von jetzt an trifft man wieder von der vorigen Serie her bekannte Verhältnisse an. Der Kopffortsatz hat nicht mehr dieselbe Dimension wie früher. Er nimmt allmählich ab. Die Aneinanderlagerung der Zellen des mittleren Keimblattes lockert sich. Die ungleichmäßige laterale Ausdehnung desselben tritt besonders auf einigen Schnitten hervor. Hier erreicht das Mesoderm auf der linken Seite den Dotterwall, während dieses auf der rechten nicht mehr der Fall ist.

Weiter nach vorn legen sich die Zellen des mittleren Keimblattes dem Entoderm so dicht an, daß sie nicht mehr von demselben zu trennen sind.

An Schnitten durch den vorderen Bereich des hellen Fruchthofes sind nur Ectoderm und einschichtiges Entoderm vorhanden; vom Mesoderm ist nichts mehr zu sehen.

Der auf den Orientierungsschnitt unmittelbar folgende ist durch den Boden der Primitivgrube geführt. Die vorher schwach angedeutete Rinne hat an Tiefe beträchtlich zugenommen. Der Ectodermkeil ist breiter und mächtiger geworden und hat die unter ihm liegende Schicht verdrängt, so daß diese bedeutend dünner geworden ist, als im vorhergehenden Schnitt.

In den folgenden Schnitten nimmt die ectodermatische Wucherungszone an Ausdehnung zu. Man kann jetzt die Beziehungen der drei Keimblätter zueinander nicht mehr genau feststellen. Es ist nicht mit Sicherheit zu sagen, ob sie getrennt oder verwachsen sind. Die Primitivrinne wird nach und nach seichter. Das untere Keimblatt löst sich vom mittleren los.

Digitized by Google

Im 27. Schnitt n. h. sind die drei Blätter getrennt. Unter der axialen Ectodermwucherung, die ziemlich weit nach unten vorspringt, stehen die beiden mehrschichtigen Mesodermflügel durch eine einschichtige Zellenlage miteinander in Verbindung.

Der 29. Schnitt n. h. zeigt die Trennung des Ectodermkeils noch deutlicher, da hier schon eine geringere Ausbildung desselben zu erkennen ist.

Verfolgt man die Schnitte weiter nach hinten, so nimmt die mediane Ectodermwucherung mehr und mehr ab. Die Primitivrinne wird weiter und flacher.

Auf dem 46. Schnitt n. h. sind die Keimblätter durch einen deutlichen Spalt voneinander geschieden. Das Ectoderm zeigt in seiner Mitte noch einen ganz schwachen Vorsprung, in dem noch eine seichte Rinne angedeutet ist.

Keimscheibe 7.

a. Beschreibung des Flächenbildes.

Die Keimscheibe, deren Beschreibung ich jetzt geben werde, steht auf derselben Entwicklungsstufe wie die vorhergehende. Im Flächenbilde ist im hinteren Bereich des birnförmigen Fruchthofes nur ein Stück der Primitivrinne zu sehen, das von linearen Erhebungen, den Primitivwülsten, begrenzt wird.

b. Beschreibung der Querschnittserie.

Im Orientierungsschnitt trifft man die schon früher geschilderten Verhältnisse an. Die drei Keimblätter stehen in der Achse in festem Zusammenhange. In die Ectodermwucherung ist eine ganz seichte Rinne eingegraben. Ob die unter derselben gelegene Zellenpartie ein Lumen aufweist, ist auch unter Zuhilfenahme der stärksten Vergrößerung nicht mit Bestimmtheit zu sagen.

Auf dem 1. Schnitt n. v. dagegen ist in dem Kopffortsatz, von dem das Ectoderm gesondert ist, ein deutliches Lumen zu sehen welches ringsherum von Zellen eingefaßt wird. Diesen Schnitt stellt Fig. 6 der Tafel dar. In dem mittleren Bezirk, wo mittleres und unteres Keimblatt miteinander verwachsen sind, erkennt man eine dichtere Aneinanderlagerung der Mesodermzellen als lateralwärts. Auf dem vorhergehenden Schnitt ist dieses Lumen verschwunden.

Die Schnitte weiter nach vorn sind ähnlich denen der zuletzt beschriebenen Serie.

Die Schnitte von 5—10 n. v. unterscheiden sich nur dadurch,

Digitized by Google

daß auf ihnen die Rückenrinne auftritt, deren Boden überall vom Mesoderm getrennt ist. Im 5. Schnitt n. v. ist sie als ganz seichte Furche angedeutet und im 10. Schnitt n. v. erreicht sie ihre größte Tiefe.

Im 11. Schnitt n. v. ist sie nicht mehr zu sehen.

Der 1. Schnitt n. h. war nicht zu untersuchen, da er sich gefaltet hatte.

Auf dem 2. Schnitt n. h. geht von der Mitte des oberen Keimblattes eine Rinne nach unten, deren Ränder anfangs ganz nahe aneinander liegen und nur einen feinen Spalt zwischen sich lassen. Man vergleiche Fig. 7 der Tafel. Das unterste Ende der Primitivrinne, die eine bedeutende Tiefe erreicht, weist eine beutelartige Erweiterung auf. An der einen Seite sind die mesodermalen Zellen von dem Ectoderm der Rinne getrennt, während am Boden derselben ein inniger Zusammenhang der Keimblätter angetroffen wird. Die Tiefe der Rinne nimmt schon auf dem folgenden Schnitt ab; die sie begrenzenden Wülste rücken weiter auseinander, und sie selbst läuft spitz zu.

Auf dem 4. Schnitt n. h. ist die Primitivrinne, deren Wülste immer weiter auseinander weichen, nur noch halb so tief wie im 2. Schnitt n. h. Ihre Verflachung schreitet auf den folgenden Schnitten noch weiter fort. Das Entoderm beginnt sich vom Mesoderm zu trennen, und auf dem 23. Schnitt n. h. ist diese Trennung vollständig.

Im 27. Schnitt n. h. sind die drei Keimblätter getrennt; der Ectodermkeil ist weniger stark ausgebildet. Das Mesoderm bildet ein zusammenhängendes Blatt, das unter dem Keil mehrschichtig ist.

Weiter nach hinten wird die Primitivrinne noch einmal tiefer, dann aber wieder flacher und verstreicht schließlich. Ebenso verschwindet die Ectodermwucherung und zum Schluß erstrecken sich oberes, mittleres und unteres Keimblatt übereinander fort.

Keimscheibe 8.

a. Beschreibung des Flächenbildes.

Die zunächst zu beschreibende Keimscheibe unterscheidet sich von allen vorhergehenden dadurch, daß im Flächenbilde ein schwach entwickelter Kopffortsatz zu sehen ist. In der Achse des birnförmigen hellen Fruchthofes erkennt man den Primitivstreifen, in welchen die Primitivrinne eingegraben ist, die von seitlichen Erhebungen, den Primitivwülsten, begrenzt wird. An dem Hinterende der Primitivrinne tritt eine Teilung derselben auf in zwei kurze Äste, welche

Digitized by Google

ebenfalls von Erhebungen eingefaßt werden. Von dem Vorderende des Primitivstreifens ragt ein schmaler, kurzer Fortsatz in den vorderen Bereich des hellen Fruchthofes. Primitivstreifen mit Primitivrinne und Kopffortsatz stellen ein vollständig abgegrenztes Gebilde dar.

b. Beschreibung der Querschnittserie.

Die Untersuchung der Querschnittserie bot nichts wesentlich Neues. Im Orientierungsschnitt sieht man die Keimblätter in engster Berührung. In der Achse des Ectoderms befindet sich eine seichte Rinne. In der unter der Rinne liegenden Schicht liegen die Zellen dichter aneinander wie lateralwärts. Meso- und Entoderm sind seitlich dieser Verwachsungsstelle geschieden.

Die Schnitte nach vorn zeigen kurz folgendes Verhalten:

In der Achse sind Mesoderm und Entoderm fest miteinander verwachsen. Die obere Begrenzung dieser Verwachsungsstelle ist scharf vom Ectoderm gesondert. Weiter nach vorn legt sich das Mesoderm dem Entoderm immer dichter an und ist schließlich nicht mehr von ihm zu trennen. Noch weiter nach vorn beschränkt sich die Mehrschichtigkeit des vereinigten Meso- und Entoderms auf die mittlere Partie, und schließlich an Schnitten durch den vorderen Bereich des hellen Fruchthofes ist nur noch das Ectoderm, dessen Dicke mehr und mehr abnimmt, je weiter man nach vorn kommt, und ein einschichtiges Entoderm zu sehen.

Im 2. Schnitt n. h. springt ein spitzer Ectodermkeil in die unter ihm liegende Partie und ist deutlich von derselben getrennt. Die Primitivrinne ist tiefer geworden. Das mittlere Keimblatt endigt über dem Dotterwall mit scharf abgesetztem Rande.

Die folgenden Schnitte haben dasselbe Aussehen. Man kann nicht entscheiden, ob die Ectodermwucherung mit dem unter ihr liegenden Gewebe verwachsen ist, oder nicht. Weiter nach hinten trennt sich das Entoderm ab. Die Schnitte durch den hinteren Bereich des hellen Fruchthofes zeigen nach und nach eine Trennung aller drei Keimblätter; die Primitivrinne wird weiter und verschwindet schließlich.

Keimscheibe 9.

a. Beschreibung des Flächenbildes.

Dieses Stadium, welches ein wenig in der Entwicklung weiter vorgeschritten ist, wird durch Bild 4 der Tafel wiedergegeben. Im

Digitized by Google

Gegensatz zu den bisher beschriebenen Keimscheiben, bei denen die Primitivrinne in gerader Richtung verlief, ist sie hier mehrfach gekrümmt. Dieser Krümmung sind auch die Primitivwülste gefolgt. Das vordere Ende des Primitivstreifens, in welchem die Rinne keine Vertiefung zeigt, weist eine sanfte Verdickung auf. Von dieser geht ein gebogener, streifenartiger Fortsatz in den vorderen Bezirk des hellen Fruchthofes hinein. Im hinteren Ende des Primitivstreifens, der bis an den Rand der Area opaca heranreicht, spaltet sich die Primitivrinne in zwei divergierende Äste.

b. Beschreibung der Querschnittserie.

Im Orientierungsschnitt weist das Ectoderm in seiner Mitte eine seichte Furche auf. Der keilförmig vorspringende Boden derselben steht im engsten Zusammenhange mit einer indifferenten Zellenschicht, aus der seitlich das Mesoderm, welches hier eine große Mächtigkeit erreicht und dessen Zellen lockerer aneinander gelagert sind als in der axialen Partie, und das einschichtige Entoderm hervorgehen. Auf dem 1. Schnitt n. v. wird das Ectoderm durch eine Zellenschicht des mittleren und unteren Blattes, welche den Kopffortsatz darstellt, aus dem sich später die Chorda abtrennt, ein wenig hervorgewölbt. Das Entoderm und Mesoderm sind seitlich dieser Chordaanlage noch eine kurze Strecke miteinander verbunden, um sich dann erst zu trennen. Wie im vorher beschriebenen Schnitt liegen die Zellen des Mesoderms im Bereich des hellen Fruchthofes locker aneinander, rücken aber, je mehr man sich der Area opaca nähert, dichter zusammen. Im Dotterwall ist das mittlere Keimblatt vom Ecto- und Entoderm geschieden. In den folgenden Schnitten nach vorn wird die Chordaanlage schmaler und spitzer und ist vom oberen Keimblatt getrennt.

Der 9. Schnitt n. v. zeigt eine Rückbildung der chordalen Verdickung. Das Ectoderm weist eine weite Rinne auf, deren Boden ein wenig vorgewölbt ist. Die Mehrschichtigkeit des Mesoderms hat abgenommen, doch erreicht es noch den Randwulst. In den weiter nach vorn sich anschließenden Schnitten nimmt das Mesoderm immer mehr an Ausdehnung ab, erreicht bald nicht mehr den Dotterwall, legt sich weiter nach vorn dem Entoderm dichter an und ist schließlich nicht mehr von ihm zu trennen. Die Rückenfurche wird flacher und schon im 20. Schnitt n. v. ist von derselben nichts mehr zu sehen. Die Verhältnisse auf den Schnitten weiter nach vorn liegen hier gerade so, wie es schon bei den früheren Serien angegeben wurde.

Digitized by Google

Verfolgt man die Serie nach hinten, so sieht man auf dem 1. Schnitt n. h. das Ectoderm in seiner Mitte keilförmig in das Meso-Entoderm vorspringen. Die Primitivrinne, die ein wenig tiefer geworden ist, hat eine asymmetrische Lage, da sie nicht die Mitte der Ectodermwucherung einnimmt. Die folgenden Schnitte bieten nichts Neues. Die Primitivrinne hat in ihrem ganzen Verlaufe wechselnde Tiefe und ein veränderliches Aussehen, indem sie einmal spitz zuläuft, ein andres Mal rundlich ist.

Der 54. Schnitt n. h. ist durch den Beginn der Gabelung der Primitivrinne geführt. An der inzwischen flach gewordenen Rinne kann man zwei Teile unterscheiden, die ungleich tief sind.

Auf dem folgenden Schnitt sind die beiden Teile der Primitivrinne durch einen hügelartigen Vorsprung vollständig voneinander getrennt. Der rechte Abschnitt ist tiefer geworden, während der linke sich abgeflacht hat und auf dem nächstfolgenden Schnitt verschwunden ist. Zwei Schnitte weiter ist auch der rechte Arm der Primitivrinne nicht mehr zu sehen. Was den Ectodermkeil anbetrifft, so ist derselbe meistens nicht vom Mesoderm zu trennen. Je weiter man nach hinten kommt, desto mehr nimmt er ab. Das Entoderm ist im 12. Schnitt n. h. vom Mesoderm getrennt. Dieses zeigt ein ungleichmäßiges Wachstum zu beiden Seiten der ectodermalen Wucherung und wird, je näher man dem hinteren Rande der Area opaca kommt, dichter und dicker.

Im 60. Schnitt n. h. sind die Keimblätter getrennt.

Keimscheibe 10.

a. Beschreibung des Flächenbildes.

Von dieser in Fig. 5 der Tafel abgebildeten Keimhaut werde ich nur die Beschreibung des Flächenbildes geben, da sie nicht geschnitten wurde, vielmehr daraus ein Flächenpräparat angefertigt ist. Auch hier verläuft der Primitivstreifen nicht in gerader Richtung, sondern ist ein wenig gekrümmt. Sein vorderes Ende ist knotenartig verdickt. Von dieser Verdickung, in der Verlängerung der Primitivrinne, ragt ein heller Streifen in den vorderen Bezirk der Area pellucida hinein, rechts und links Anhänge tragend. Kurz vor dem vorderen Rande des hellen Fruchthofes liegt ein gebogener Streifen. In dem Primitivstreifen ist die Primitivrinne recht scharf und deutlich zu sehen. Dieselbe zeigt an ihrem hinteren Ende eine gabelförmige Teilung.

Digitized by Google

Keimscheibe 11.

a. Beschreibung des Flächenbildes.

Die folgende zunächst in Betracht kommende Keimscheibe zeigt ein ähnliches Bild wie die an neunter Stelle beschriebene. Sie unterscheidet sich von derselben dadurch, daß bei dieser der Kopffortsatz ein Stück weiter in den hellen Fruchthof hineinragt, und daß die Verhältnisse am hinteren Ende des Primitivstreifens nicht zu sehen sind.

b. Beschreibung der Querschnittserie.

Der Orientierungsschnitt zeigt die drei Keimblätter in der Achse in engster Berührung. Seitlich dieser Stelle sind sie voneinander getrennt. Das Mesoderm erreicht eben den Randwulst.

Die nächsten Schnitte n. v. zeigen das Ectoderm vom Meso- und Entoderm geschieden, die in der Achse fest miteinander verbunden sind und die Chordaanlage bilden. Durch letztere, die sich weiter nach vorn vom Mesoderm und Entoderm zu trennen beginnt, wird eine Hervorwölbung des oberen Keimblattes hervorgerufen.

Im 6. Schnitt n. v. ist die Chorda nur noch auf eine kurze Strecke mit dem Entoderm verwachsen, sonst hat sie sich vollkommen von beiden Blättern getrennt. Es hat den Anschein, als ob die Chorda sich nur aus dem oberen Teil der Chordaanlage gebildet hat, da das Entoderm nur an dieser Stelle mehrschichtig ist.

In den folgenden Schnitten verwächst das untere Keimblatt allmählich wieder mit der Chorda, sodann auch die beiden Mesodermflügel.

Auf den Schnitten weiter nach vorn trifft man jetzt wieder die bekannten Verhältnisse an.

Der Anfang der Primitivrinne ist auf dem 1. Schnitt n. h. nicht zu sehen. Erst auf dem folgenden findet man eine ganz schwache Andeutung derselben.

Verfolgt man die Serie weiter nach hinten, so sieht man, daß die Tiefe und Weite der Primitivrinne wechselt. Gegen den hinteren Rand der Area pellucida wird sie immer flacher und verschwindet. Die Keimblätter sind in der Achse nicht voneinander zu trennen.

Im 36. Schnitt n. h. erst hat sich das Mesoderm, das sich immer weiter in den Dotterwall erstreckt, je näher man der Area opaca kommt, getrennt.

Digitized by Google

Keimscheibe 12.

a. Beschreibung des Flächenbildes.

In der jetzt zu beschreibenden Keimhaut war das Oolemm fest mit der Oberfläche des Embryo verklebt, daher konnte man es nicht abpräparieren. Die Form des Embryo konnte nicht erkannt werden, da das Oolemm Faltungen aufwies; infolgedessen sieht man nur das Stück einer Rinne, das von zwei linearen Erhebungen begrenzt wird.

b. Beschreibung der Querschnittserie.

Betrachtet man zunächst wieder den Orientierungsschnitt, so findet man folgende Verhältnisse. In der Mitte des oberen Keimblattes sieht man die Primitivrinne, deren Tiefe ziemlich groß ist. Eingefaßt wird sie von den Primitivwülsten, die sich ungleich hoch zu beiden Seiten der Rinne erheben. Die im Primitivbereich aus Meso- und Entoderm bestehende axiale Verwachsung, aus der sich seitlich die beiden Blätter erstrecken, liegt der linken Seite der Primitivrinne dicht an und ist, hier ihre größte Mächtigkeit erreichend, mit dem Ectoderm verwachsen. Das mittlere Keimblatt erstreckt sich als vielschichtiges Blatt in den dunklen Fruchthof hinein. Im 1. Schnitt n. v. läßt die Tiefe der Rinne nach. Sie selbst weist eine Einsenkung auf. Die Verwachsung an der linken Seite der Rinne ist in diesem Schnitt noch vorhanden.

Beim 2. Schnitt n. v. wird die Rinne noch weiter, die rechte Einbuchtung noch tiefer. Die Chordaanlage ist von dem Boden der Rinne deutlich getrennt.

Der nächste nach vorn sich anschließende Schnitt zeigt die Rückenrinne, welche aus der auf den vorigen Schnitten zu sehenden Einbuchtung der Primitivrinne, die jetzt verschwunden ist, sich entwickelt hat. Die Chordaanlage, vom Ectoderm getrennt, hat ihre asymmetrische Lage noch beibehalten.

In den nächsten Schnitten sieht man die Medullarrinnne ungleichmäßig ausgebildet; die sie begrenzenden Rückenwülste erheben sich unregelmäßig, an der einen Seite steiler als an der andern. Das Ectoderm am Boden der Rinne ist dünner als seitwärts.

Im 9. Schnitt n. v. ist der Boden der Rückenrinne flach.

Der 11. Schnitt n. v. zeigt beide Mesodermflügel von der Chordaanlage getrennt, mit welcher das untere Keimblatt noch in engster Verbindung steht.

In den folgenden Schnitten ist die Medullarrinne wieder asymmetrisch ausgebildet; ihr flacher Boden verschwindet und wird weiter

Digitized by Google

nach vorn tiefer. Im 38. Schnitt n. v. ist sie fast vollständig verschwunden. Das mittlere Keimblatt weist viel lockere Anordnung der Zellen auf, und es erstreckt sich nicht mehr so weit in den dunklen Fruchthof hinein. Auf den Schnitten durch den vordersten Bereich der Area pellucida haben wir wieder die schon bekannten Verhältnisse. Das Mesoderm hat auch bei diesem Embryo den vorderen Rand des hellen Fruchthofs noch nicht erreicht.

Geht man vom Orientierungsschnitt aus nach hinten, so zeigt die Primitivrinne hier wieder in ihrem ganzen Verlauf ein variables Aussehen. In den ersten Schnitten zunächst wird sie tiefer, alsdann wird ihr Boden rundlich, und verfolgt man sie weiter nach hinten, so verflacht sie sich.

Im 62. Schnitt n. h. zeigt die Primitivrinne, die mittlerweile ganz seicht geworden ist, eine schwache Hervorwölbung ihres ganz flachen Bodens, die jedoch im folgenden Schnitt noch stärker hervortritt. Infolgedessen ist die Rinne in zwei Abschnitte zerlegt, in einen rechten und linken, die auf den nächsten Schnitten weiter auseinanderrücken, um dann bald zu verschwinden.

Das Verhalten der Keimblätter im Primitivbereich ist ähnlich dem in den vorhergehenden Serien. Zunächst stehen alle drei Keimblätter in engster Verbindung. Nach und nach löst sich das Entoderm vom Mesoderm. Letzteres gewinnt, je weiter man nach hinten kommt, immer mehr an Ausdehnung, während das Ectoderm dünner wird. Endlich erstrecken sich die Keimblätter glatt übereinander hinweg.

Zum Schluß gebe ich die Beschreibung dreier Keimhäute, deren Embryonalanlage mehr oder minder übereinstimmt. Der Primitivstreifen mit der Primitivrinne reicht über die Mitte des hellen Fruchthofes, dessen Längsdurchmesser den Querdurchmesser bei weitem übertrifft. Im vorderen Bereich des hellen Fruchthofs ist die Medullaranlage zu sehen.

Keimscheibe 13.

a. Beschreibung des Flächenbildes.

In dieser zunächst in Betracht kommenden Keimscheibe verläuft die Primitivrinne in gerader Richtung. Die sie begrenzenden Primitivwülste biegen unmittelbar vor dem hinteren Rande des hellen Fruchthofes um.

Digitized by Google

b. Beschreibung der Querschnittserie.

Im Orientierungsschnitt ist das Ectoderm, welches keine Rinne aufweist, mit der Chordaanlage rechts oben verwachsen, sonst sind beide durch einen Spalt getrennt. Die chordale Verdickung, die ziemlich stark entwickelt ist, sendet nach beiden Seiten die Mesodermflügel aus, die seitlich eine kurze Strecke mit dem Ectoderm verwachsen sind, sich aber dann von ihm trennen, um schließlich mit scharfem Rand zwischen Ecto- und Entoderm zu enden.

Im 1. Schnitt n. v. ist die Chordaanlage vom Ectoderm getrennt, das durch sie eine Hervorwölbung erfährt.

Auf den nächsten beiden Schnitten ist diese Wölbung des oberen Keimblattes noch zu sehen. Auf dem sich daran anschließenden Schnitt hat sie einer weiten Furche Platz gemacht. Die Chordaanlage hat sich in die Länge gestreckt und abgeflacht.

Der 7. Schnitt n. v. zeigt die beiden Mesodermflügel von der Chordaanlage getrennt. Erst auf dem 27. Schnitt n. v. stehen sie wieder mit derselben in festem Zusammenhang. Die Medullarrinne wird weiter nach vorn ein wenig tiefer. Im 35. Schnitt n. v. ist sie verschwunden.

Vom 27. Schnitt n. v. an zeigen Ecto-, Meso- und Entoderm dasselbe Verhalten wie früher.

Die Schnitte nach hinten ergeben folgendes Resultat.

Die Primitivrinne wird zunächst tiefer, sodann seichter, nimmt weiter nach hinten nochmals an Tiefe zu und schließlich im 75. Schnitt n. h. ist sie noch eben angedeutet. Das Ectoderm springt keilförmig in die unter ihm liegende Schicht vor, doch ist eine Trennung nicht durchzuführen.

Weiter nach hinten trennt sich das Entoderm, und zwar ist es im 13. Schnitt n. h. gänzlich vom Mesoderm geschieden. Im 75. Schnitt n. h. ist eine vollständige Trennung der Keimblätter durchgeführt.

Keimscheibe 14.

a. Beschreibung des Flächenbildes.

Die Primitivrinne verläuft nicht vollkommen gerade, sondern weist ungefähr in der Mitte eine Knickung auf.

b. Beschreibung der Querschnittserie.

Im Orientierungsschnitt findet man wieder die schon bekannten Verhältnisse. Alle drei Keimblätter stehen in der medianen Partie miteinander im Zusammenhang. Hier an dieser Stelle sieht man

Digitized by Google

die von ungleichen Wülsten begrenzte Primitivrinne, die eine beträchtliche Tiefe erreicht.

Im 1. Schnitt n. v. wird die Rinne weiter und flacher; das Ectoderm beginnt sich vom Meso-Entoderm zu trennen.

Der 3. Schnitt n. v. zeigt eine starke Wucherung der Chordaanlage; infolgedessen wird an einer Seite die Rinne emporgewölbt. Diese Hervorbuchtung, die noch zum Teil mit dem Meso-Entoderm verwachsen ist, tritt im unmittelbar vorhergehenden Schnitt noch stärker auf und bewirkt, daß man links und rechts von diesem Wulst eine Rinne sieht. Anstatt der Primitivrinne hat man jetzt die Rückenrinne.

Im 5. Schnitt n. v. ist der Kopffortsatz bis auf eine kleine Brücke, die ihn mit dem Ectoderm verbindet, von demselben geschieden. Der Boden der Medullarrinne ist noch mehr emporgewölbt. Die Trennung des letzteren tritt erst im nächsten Schnitt auf.

Die vorhergehenden Schnitte geben folgendes Übersichtsbild: Die Chordaanlage flacht sich ab; die beiden Mesodermflügel trennen sich von derselben, um später wieder mit ihr zu verwachsen. Die Medullarrinne, deren Boden zunächst flach, sodann rundlich ist, wird tiefer. Im 38. Schnitt n. v. ist sie nicht mehr zu sehen. Man bemerkt ferner das ungleichmäßige laterale Vordringen des Mesoderms, das sich rechts bedeutend weiter in den dunklen Fruchthof hinein erstreckt als links. Weiter nach vorn legt es sich dem Entoderm dicht an, und die axiale Zellenschicht, die aus Ento- und Mesoderm besteht, nimmt an Dicke zu. Durch diese Verdickung wird im 38. Schnitt n. v., in dem, wie vorher schon hervorgehoben wurde, eine Medullarrinne nicht mehr vorhanden ist, das obere Keimblatt emporgebuchtet. Von jetzt ab zeigen die Schnitte wieder dasselbe Verhalten wie früher.

Die Schnitte nach hinten vom Orientierungsschnitt verhalten sich fast genau so wie die der vorletzten Serie. Sie unterscheiden sich nur dadurch von derselben, daß auf ihnen die Primitivrinne eine bedeutendere Tiefe erreicht.

Keimscheibe 15.

a. Beschreibung des Flächenbildes.

In der letzten zu beschreibenden Keimhaut ist der Primitivstreifen ein wenig gebogen; an seinem hinteren Ende weist er eine knotenartige, bei auffallendem Licht weißlich erscheinende Verdickung auf; infolgedessen sieht man das hintere Ende der Rinne nicht.

Digitized by Google

b. Beschreibung der Querschnittserie.

Der Orientierungsschnitt zeigt in der Achse eine Rinne, deren Tiefe nicht bedeutend ist. Die Chordaanlage liegt der linken Seite der Rinne dicht an, so daß eine Verwachsung derselben mit dem Ectoderm eingetreten ist, während der Boden getrennt zu sein scheint, sowie auch die rechte Seite.

Die Verwachsung ist im 1. Schnitt n. v. auf eine ganz schmale Stelle beschränkt. Rechts vom Kopffortsatz liegt eine seichte Rinne, die Fortsetzung derjenigen des zuletzt betrachteten Schnittes.

Im 2. Schnitt n. v. ist der Kopffortsatz durch einen feinen Spalt vom Ectoderm getrennt. Das obere Keimblatt erfährt an der Stelle, welche dem Kopffortsatz entspricht, eine schwache Hervorwölbung, die bewirkt, daß links und rechts von ihr zwei Rinnen entstehen, die beide zusammen die Medullarrinne bilden. Die rechte von ihnen bildet die Fortsetzung der Rinne des vorigen Schnittes. In den nächsten Schnitten liegen die Verhältnisse ähnlich wie früher. Die Medullarrinne scheint eine Zeitlang zu verschwinden, tritt dann wieder auf und ist im 34. Schnitt n. v. nicht mehr zu sehen. Die Mesodermflügel trennen sich von der Chordaanlage, ebenso das Entoderm, doch die Trennung dieses Blattes wird nicht vollständig durchgeführt. Später tritt wieder eine Verwachsung ein; die Zellen des Mesoderms werden immer lockerer und legen sich dichter dem Entoderm an. Unmittelbar vor der vorderen Grenze des hellen Fruchthofes sind nur das obere und untere Keimblatt anzutreffen; letzteres ist einschichtig.

Im 1. Schnitt n. h. ist die Primitivrinne tiefer geworden, ebenso noch im zweiten. Sie wird von ungleichmäßig ausgebildeten Primitivwülsten eingefaßt. Ihr Boden ist von dem Meso-Entoderm, welches sich gleichmäßiger um die Rinne gruppiert hat, nicht zu trennen.

Der 4. Schnitt n. h. zeigt den Ectodermkeil, in den eine ganz flache Rinne eingegraben ist, vollständig getrennt. Die unter ihm liegende Zellenlage ist mehrschichtig.

Auf den folgenden Schnitten ist die Trennung weniger gut zu sehen. Erst der 10. Schnitt n. h. zeigt den Ectodermkeil wieder deutlich getrennt. Unter ihm liegen Meso- und Entoderm, beide voneinander geschieden. Dieses bildet eine dünne Lage spindelförmiger Zellen, jenes dagegen ist zweischichtig an der betreffenden Stelle. Dieselben Verhältnisse findet man auf den nächstfolgenden Schnitten. Weiter nach hinten ist die axiale ectodermale Wucherung nicht mehr vom Mesoderm zu trennen; die Primitivrinne wird seichter und

Digitized by Google

schwindet. Zum Schluß sieht man eine vollständige Trennung der drei Keimblätter.

Ergebnisse.

Die aus der Serienuntersuchung sich ergebenden Befunde sind kurz folgende:

Auf allen von mir untersuchten Keimhäuten war der Primitivstreifen mit der Primitivrinne entweder noch in der Entwicklung begriffen oder schon vollständig ausgebildet zu sehen. Über die Lage und Länge beider Embryonalgebilde weiß ich nur anzugeben, daß sie im hinteren Teile des hellen Fruchthofes gelegen sind, und daß sie zuweilen die Grenze zwischen der Area opaca und pellucida erreichen, zuweilen innerhalb der letzteren endigen. Zur Zeit seiner höchsten Entwicklung erreicht der Primitivstreifen $^2/_3$ der Länge des Durchmessers des hellen Fruchthofes. Ob er sich auch manchmal in den dunklen Fruchthof hinein erstreckt, kann nicht genau bestimmt werden, da sein hinteres Ende wegen der allmählich eingetretenen Erweiterung und Verflachung nicht scharf abzugrenzen ist. Über den Primitivstreifen erstreckt sich in seiner ganzen Ausdehnung von vorn nach hinten die Primitivrinne, welche im Oberflächenbilde als schmale, in der Medianlinie verlaufende Rinne erscheint und bei auffallendem Licht als dunkle Linie zu sehen ist. Begrenzt wird sie von zwei linearen Erhebungen, den Primitivwülsten, die vor dem vordersten Ende der Primitivrinne ineinander übergehen und hier eine hügelartige, nach außen ein wenig vorspringende Verdickung aufweisen, welche eine dem Hensenschen Knoten der Säugetiere homologe Bildung darstellt. Die Primitivfalten treten vorn scharf und deutlich hervor, nach hinten jedoch flachen sie sich ab und werden undeutlich. Während in dem Primitivknoten, der nicht bei allen Keimscheiben auftritt, die Primitivrinne sich zuweilen grübchenartig erweitert, teilt sich das hintere Ende derselben. Die Rinne geht in zwei flache Furchen über, die caudalwärts divergieren und schließlich verlaufen. Es zeigt also das hintere Ende der Primitivrinne jene besondere Bildung, welche zwar schon in früheren Jahren beobachtet wurde, aber erst in neuester Zeit von Schauinsland[1] bei einigen Vogelarten als konstantes Gebilde nachgewiesen worden ist. Schon von Dursy[2] wird dieselbe erwähnt, der von einem aus-

[1] Beiträge zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Wirbeltiere. Zoologica. 1903.

[2] Der Primitivstreifen des Hühnchens. Lahr. 1866.

Digitized by Google

nahmsweisen Vorkommen eines gegabelten Primitivstreifens spricht und einer ebensolchen Rinne. KOLLER, der diese Beobachtung DURSYS bestätigt, und KUPFFER haben die hintere Gabelung der Primitivrinne einer genaueren Untersuchung unterworfen und eine Erklärung ihrer Entstehungsweise gegeben.

Ein Hineinerstrecken der Primitivrinne in den dunklen Fruchthof habe ich nicht beobachten können. Oft jedoch hört sie innerhalb der Area pellucida auf, vollständig eingesäumt von den Primitivwülsten, so daß der Primitivstreifen mit der über ihn sich erstreckenden Primitivrinne innerhalb des hellen Fruchthofes als vollkommen in sich abgeschlossenes Gebilde zu sehen ist. Manchmal verläuft die Primitivrinne in gerader Richtung, manchmal ist sie ein wenig gebogen, wie dieses durch Fig. 4 der Tafel bestätigt wird. SCHAUINSLAND[1] behauptet, daß das axiale Embryonalgebilde, der Primitivstreifen, selten ganz gerade gestreckt, sondern meistens etwas gebogen ist, und RAUBER führt an, daß die Primitivrinne oft etwas zur Seite ausweicht und häufig mehr oder minder zickzackförmige Knickungen aufweist. Untersucht man den Primitivstreifen auf Querschnitten, so findet man, daß derselbe seine Entstehung einer axialen Wucherung des oberen Keimblattes verdankt, die von der Unterseite desselben keilartig vorspringt. Der Primitivstreifen ist im Bereich des Primitivknotens am stärksten entwickelt, wird nach hinten breiter und flacher und hört vielfach schon vor dem Übergang des hellen Fruchthofes in den dunklen auf. Im Vergleich mit der vorderen Region ist also die Wucherungszone in der hinteren Hälfte des Primitivstreifens breiter. Die die Primitivrinne begrenzenden Primitivwülste erheben sich ungleichmäßig zu beiden Seiten derselben. Sie selbst hat in ihrem Verlauf variable Form und Tiefe. Einmal ist sie im Querschnitt rundlich, ein andres Mal läuft sie spitz zu; zuweilen beobachtet man, daß ein feiner Spalt vom Boden der Rinne nach unten vorspringt. In ihrem vorderen Bereich, der Primitivgrube, erreicht sie ihre größte Tiefe, die ziemlich beträchtlich sein kann; nach hinten zu flacht sie sich ab. Doch manchmal kommt es vor, daß sie plötzlich wieder an Tiefe zunimmt. Was allgemein die Tiefe der Primitivrinne anbetrifft, so ist dieselbe auf gleichen Entwicklungsstadien verschieden, mithin individuell veränderlich. Nach

---

[1] Beiträge zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Wirbeltiere. Zoologica. 1903.

Digitized by Google

Gasser[1] ist der mittlere Teil der Primitivrinne manchmal etwas seichter als der hintere, besonders als der vordere. Letztere ist von Anfang an auf eine kurze Strecke vertieft. Ein einziges Mal habe ich bei Sterna eine Fortsetzung der Primitivgrube in den Kopffortsatz, eine Art Blindsack, verfolgen können, von der Schauinsland[2] folgende Schilderung gibt: »Am vordersten Ende des Primitivstreifens, in der Mitte des Hensenschen Knotens, findet sich bei vielen Vögeln von vornherein eine tiefe Grube, die später zu einer richtigen Einstülpung werden kann, welche sich in den hinteren Teil des Kopffortsatzes — oder der Chorda — hineinerstreckt. In jenen Fällen handelt es sich also um einen richtigen, wenn auch rudimentären Urdarm. Später bricht derselbe nach unten hin durch und bildet den Canalis neurentericus.«

Im Laufe der weiteren Bebrütung geht vom Primitivknoten nach vorn ein heller, gewöhnlich in gerader Richtung verlaufender Streifen aus, der Kopffortsatz. Zu derselben Zeit legt sich die Medullarrinne an, die von den Medullarwülsten begrenzt wird, welche an der Stelle, wo die Rinne am tiefsten ist, am nächsten zusammengerückt sind und nach hinten auseinanderweichen. Der Boden der Medullarrinne, deren hinteres Ende, wie die zuletzt beschriebenen Serien beweisen, zuweilen in die Primitivrinne übergeht, wird öfter von der Chordaanlage emporgebuchtet.

Was zum Schluß die Keimblätter anbetrifft, so weist jede der von mir untersuchten Keimscheiben alle drei Keimblätter auf, das obere, mittlere und untere Blatt. Auf Schnitten, die durch die vordere Partie des hellen Fruchthofes geführt sind, ist das Ectoderm in seiner Mitte am stärksten entwickelt. Es besteht aus einer mehrschichtigen Lage cylindrischer Zellen, die lateralwärts dünner wird und schließlich in eine einzellige Lamelle zuerst kubischer, sodann ganz platter Elemente übergeht, die dem Dotterwall aufliegen. Von Protoplasmafortsätzen, die das obere Keimblatt in den Dotterwall senden soll, habe ich nichts bemerken können. Auf Schnitten weiter nach hinten nimmt die Dicke des Ectoderms noch mehr zu. Im Primitivbereich zeigt das obere Keimblatt eine in axialer Richtung verlaufende Wucherung, die zahlreiche Kernteilungsfiguren aufweist, und durch

---

[1] Der Primitivstreifen bei Vogelembryonen. Schriften d. Ges. zur Bef. der ges. Naturw. Bd. II. Supplementheft 1. Marburg. 1878.

[2] Beiträge zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Wirbeltiere. Zoologica. 1903.

Digitized by Google

die der Primitivstreifen hervorgerufen wird. Schließlich hört diese Wucherung auf und mittlerweile hat das obere Keimblatt wieder an Dicke abgenommen. Über den Ursprung und die Entstehungsweise des Mesoderms kann ich nach meinen Präparaten nichts Bestimmtes aussagen. Im Primitivbereich hängt es mehr oder minder eng mit dem Ectoderm zusammen, von dem es sich später trennt. Das mittlere Keimblatt wächst von hinten nach vorn und zwar zeigt es zu beiden Seiten des Primitivstreifens ein ungleichmäßiges Wachstum, indem es oft an der einen Seite stärker entwickelt ist und weiter vordringt als an der andern. Unmittelbar neben dem Primitivstreifen erreicht das mittlere Keimblatt zuweilen eine bedeutende Mächtigkeit. Erstreckt es sich lateralwärts in den Dotterwall, so endigt es hier mit scharfem Rande, wie es schon KÖLLIKER[1] und später RABL[2] angegeben haben. Im vorderen Bereich des hellen Fruchthofes verhält sich das Mesoderm umgekehrt. Hier liegt es dem Entoderm dicht an und ist vom oberen Keimblatt deutlich abgesetzt. In der Achse vor dem Orientierungsschnitt legen sich die Zellen dichter aneinander und rufen im Flächenbilde den weißlich erscheinenden Streifen, den Kopffortsatz des Primitivstreifens hervor, welcher bei jüngeren Stadien seitlich mit dem Entoderm im Zusammenhang bleibt, bei älteren jedoch in die beiden Mesodermflügel übergeht. Die Chorda entwickelt sich durch Abgrenzung der Zellen des Kopffortsatzes zu einem Strang, in dem sich zuerst die beiden Mesodermflügel abgespalten und nachträglich das Entoderm. Die Chordabildung tritt nicht unmittelbar vor dem Primitivknoten, sondern in einiger Entfernung vor demselben auf.

Das untere Keimblatt besteht aus einer einzelligen Schicht langgestreckter, spindelförmiger Zellen, die in dem vorderen Bereich des hellen Fruchthofes mit den Mesodermzellen aufs innigste verbunden sind. Seitlich geht es in das Dotterentoderm über. Im Primitivknoten stehen alle drei Keimblätter miteinander in Verbindung, sie sind verwachsen. Weiter nach hinten trennt sich das Entoderm vom Mesoderm. Oberes und mittleres Keimblatt bleiben noch eine Strecke weit miteinander in Berührung.

Schließlich tritt eine Trennung der beiden zuletzt genannten Blätter ein, und auf Schnitten durch das hintere Ende des hellen

---

[1] Zur Entwicklung der Keimblätter im Hühnerei. Verh. d. phys. med. Ges. in Würzburg.

[2] Theorie des Mesoderms. Morph. Jahrb.

Digitized by Google

und den Anfang des dunklen Fruchthofes sind Ecto-, Meso- und Entoderm voneinander gesondert.

Literaturübersicht.

In diesem Kapitel will ich in groben Zügen eine kurze in chronologischer Reihenfolge geordnete Übersicht geben über die Beobachtungen, die an den Keimscheiben der Vögel zur Zeit des Auftretens der Primitivrinne gemacht sind.

Schon im 17. und 18. Jahrhundert hatten sich FABRICIUS ab AQUAPENDENTE, HARVEY, MALPIGHI, HALLER und C. F. WOLFF mit der Entwicklungsgeschichte des Hühnchens beschäftigt, das als einziger Repräsentant aus der Klasse der Vögel bis in die achtziger Jahre des verflossenen Jahrhunderts zu embryologischen Studien von allen Forschern verwendet wurde; doch keiner von ihnen macht genauere Angaben über die Veränderungen, die zu Anfang der Bebrütung an der Keimscheibe auftreten.

Im Jahre 1817 erschienen PANDERS »Beyträge zur Entwicklungsgeschichte des Hühnchens im Eye«. In diesen spricht der Verfasser von Primitivfalten, die dann auftreten, sobald der helle Fruchthof birnförmige Gestalt angenommen hat, und die im Flächenbilde, ein solches ist auf Taf. II Fig. 1 seines Werkes abgebildet, als zwei parallele, voneinander getrennte Streifen erscheinen, die durch Faltung entstanden sind. Im weiteren Verlaufe der Entwicklung vereinigen sich ihre beiden vorderen Enden, die bogenförmig ineinander übergehen, während dieses bei den hinteren nicht der Fall ist. Zwischen den Primitivfalten (Medullarfalten), die sich später näher zusammenlegen und zu einer Naht verwachsen, entsteht ein feiner Faden, »das Rudiment des Rückenmarkes«. Was das Auftreten der Keimblätter anbetrifft, so sind nach seinen Angaben um die 24. Stunde der Bebrütung drei Blätter zu unterscheiden, das äußere, seröse, welches platt und durchsichtig ist, das mittlere, die Gefäßhaut, und das innere, dickere und undurchsichtige, das Schleimblatt.

Die Untersuchungen PANDERS setzte C. E. v. BAER fort. Im Jahre 1828 gab er den ersten Teil seines Werkes »Über Entwicklungsgeschichte der Tiere. Beobachtung und Reflexion« heraus, dem er im Jahre 1837 den zweiten Teil folgen ließ. Durch diese Arbeit legte der mit einer glänzenden Beobachtungsgabe ausgestattete Forscher das Fundament zur Entwicklungsgeschichte. Er entdeckte den Primitivstreifen. Seine Beschreibung desselben lautet: »Bis über die

Digitized by Google

Mitte des ersten Tages hat noch kein Teil des Embryos sich zu bilden angefangen. Um die 14. oder 15. Stunde tritt das erste Rudiment desselben auf. Dieses besteht in einem mittleren Streifen, der etwa $1^1/_2$ Linie lang ist und den ich Primitivstreifen nenne. Er ist der Vorläufer der Wirbelsäule und liegt in der Längsachse des durchsichtigen Fruchthofes.« Die PANDERschen Primitivfalten nennt C. E. v. BAER Rückenplatten, die zwischen der 16. und 18. Stunde der Bebrütung auftreten und die auf dem Primitivstreifen als Erhabenheiten beobachtet werden; infolgedessen stellen sie keine wahren Falten dar. Eine Erwähnung der Primitivrinne findet sich bei C. E. v. BAER nicht. Die Keimscheibe spaltet sich in zwei Blätter, in das animalische und das vegetative, und diese hinwiederum zerlegen sich in zwei Schichten. Das seröse Blatt nennt er also animalisches und das Schleim- und Gefäßblatt vegetatives.

Diese von C. E. v. BAER gemachten Beobachtungen werden von G. VALENTIN in seinem im Jahre 1835 erschienenen Lehrbuche bestätigt.

Noch unter dem ersten Eindrucke der großartigen Entdeckungen von SCHWANN und SCHLEIDEN stehend, unterwarf 1840 REICHERT im zweiten Teile seiner Abhandlung: »Das Entwicklungsleben im Wirbeltier-Reich«, das Hühnchen nochmals einer eingehenden Untersuchung. Im Gegensatz zu seinen Vorgängern, die die Entwicklung des Embryos von einer Keimhaut und von Keimblättern ausgehen lassen, entsteht bei ihm das Individuum aus dem Dotter. Sofort nach der Befruchtung legt sich die »Umhüllungshaut« an, »unter deren Schutz und Beistand das Entwicklungsleben des Embryo vor sich gehen und gedeihen soll«. Diese umwächst allmählich den Dotter und in ihr ist zu der Zeit, wo sie noch geringe Ausdehnung besitzt und eine kreisförmige Scheibe darstellt, ein weißlicher Streifen zu sehen. Er stellt den Primitivstreifen v. BAERS dar und erstreckt sich nicht ganz über die Umhüllungshaut, sondern läßt an beiden Enden einen Teil derselben frei. »Dieser weißliche Streifen ist der Reflex einer entsprechend verlaufenden seichten Rinne, welche infolge der zu ihren beiden Seiten sich entwickelnden Urhälften des Centralnervensystems entstanden ist und daher nur als Merkmal dieses Bildungsvorganges dienen kann. Etwas später zeigt sich deutlich unter dem Boden dieser Rinne oder Furche in ihrem ganzen Verlaufe die durch ihre weiße Farbe ausgezeichnete Wirbelsaite.«

REICHERT ist also der erste, welcher die Primitivrinne erwähnt. Später bildet sich nach REICHERT dann noch die mittlere Membran,

Digitized by Google

»Membrana intermedia« unter dem Boden der primitiven Rinne und schließlich die dritte Membran, das Schleimblatt.

Während Reichert eine von der damaligen Richtung abweichende Ansicht vertritt, schlägt Erdl im Jahre 1845 wieder den von C. E. v. Baer vorgezeichneten Weg ein. Nach ihm tritt in der Area pellucida und zwar in der Mitte derselben ein länglicher, trüber Flecken auf, der Primitivstreifen, dessen vorderes Ende sich verdickt und später in zwei Teile geschieden wird. Zwischen diesen verläuft die Primitivrinne, welche den Rückenmarkskanal darstellen soll und von den »Kämmen der Rückenplatten« begrenzt wird. Vorn ist sie breit, nach hinten läuft sie spitz zu. Im Laufe der Bebrütung streckt sie sich in die Länge und in ihr erscheint die Chorda dorsalis, die einen weißlichen fadenförmigen Strang darstellt.

1855 nimmt Remak die Untersuchungen Panders und v. Baers wieder auf und will zeigen, wie sich die Keimblätter an der Bildung der Organe und Gewebe beteiligen. Er weist nach, daß das obere Keimblatt sich vom unteren trennt und letzteres sich hinwiederum in mittleres Blatt und Drüsenblatt spaltet. Der von ihm als Achsenplatte bezeichnete Primitivstreifen tritt im hinteren Bereich des hellen Fruchthofes auf und entsteht aus der Verwachsung des oberen und mittleren Blattes. Später teilt er sich in zwei Hälften, die an ihrem Vorderende ineinander übergehen, an ihrem Hinterende sich verlieren. Zwischen diesen verläuft eine Rinne und unterhalb derselben sieht man die Chorda als einen breiten Streifen.

In den nächsten Jahren folgen die Embryologen mit wenigen Ausnahmen den Lehren v. Baers und Remaks. In dem Primitivstreifen sieht man den wichtigsten Teil der Uranlage und aus ihm leitet man die Achsengebilde her.

Dieser Ansicht trat im Jahre 1867 Dursy in seiner Schrift »Der Primitivstreifen des Hühnchens« entgegen. Bei ihm findet man eine ausführliche Beschreibung des Primitivstreifens und der gleichzeitig mit ihm auftretenden Verhältnisse; denn seine Untersuchungen erstrecken sich fast ausschließlich auf die beiden ersten Bruttage. Er sieht in dem Primitivstreifen nur die »Wurzel der Wirbelsaite«. Der Streifen tritt um die 12. Stunde der Bebrütung in der Medianlinie des hellen, inzwischen oval gewordenen Embryonalschildes auf, nach vorn die Mitte des hellen Fruchthofes und nach hinten fast die Area opaca erreichend. Seine Entstehung verdankt er einer Verdickung des oberen und unteren Keimblattes, insbesondere ist es das letztere, welches sich an seiner Bildung beteiligt. Sein Kopfende ist

Digitized by Google

dicker als sein Schwanzende, letzteres aber breiter und infolgedessen weniger deutlich von seiner Umgebung abzugrenzen. In dem Primitivstreifen tritt einige Stunden später die Primitivrinne auf. Sie entsteht dadurch, daß die Mitte des Primitivstreifens sich aufhellt und die Seitenteile desselben sich verdichten, nachdem dieser inzwischen an Länge zugenommen und sich ein wenig gekrümmt hat. Den auf dieser Entwicklungsstufe stehenden Primitivstreifen nennt Dursy den »geteilten Primitivstreifen«, welcher somit aus zwei leisten- oder streifenförmigen Seitenteilen und einem dünneren, durchsichtigen Achsenteil besteht. Das weitere Verhalten der Primitivrinne schildert Dursy folgendermaßen: »Meistens ist es das vordere Ende, welches am frühesten sich ausbildet und auch ein wenig weiter wird. Mitunter zeigt auch das hintere Ende eine geringe Erweiterung und mehrmals sah ich hier eine gabelige stumpfwinklige Teilung oder ein bis mehrere Seitenäste«. Von Dursy ist also schon eine Gabelung der Primitivrinne beobachtet worden, und Taf. I Fig. 9 seiner Abhandlung stellt eine solche dar. Weitere Veränderungen des Primitivstreifens bestehen darin, daß in der Rinne ein Faden auftritt und das Kopfende sich mit »Bildungsstoff« umgibt, der zum Streifen sich umwandelt und eine Verlängerung des Primitivstreifens darstellt. Aus diesem Fortsatz entsteht die Chorda dorsalis.

Im folgenden Jahre veröffentlichte W. His sein umfangreiches Werk, »Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbeltierleibes«, durch welches die ältere Keimblattlehre eine wesentliche Abänderung erfuhr. Nach ihm tritt als erste Folge der Bebrütung der zweiblättrige Zustand der Keimscheibe auf; in der Mitte bleibt eine Verbindung beider Blätter bestehen. Sie hängen hier durch den »Achsenstrang« zusammen, der bei der Flächenbetrachtung der Keimscheibe das Bild des Achsenstreifens oder Primitivstreifens hervorruft und der in der Mittellinie der Area pellucida entsteht, nach vorn bis zur Mitte derselben reichend und nach hinten in den dunklen Fruchthof sich verlierend. Weiterhin tritt eine Spaltung der beiden Blätter ein. Das obere zerfällt in die obere Grenzschicht und die animale Muskelplatte und das untere in die untere Grenzschicht und vegetative Muskelplatte. Zwischen die beiden letztgenannten Blätter schiebt sich später das Gefäßblatt. Weitere Veränderungen der Keimscheibe bestehen darin, daß Furchen auftreten, außer zwei seitlichen, sowie einer vorderen und hinteren Grenzrinne, entsteht eine centrale Längs- und Querrinne, erstere ist in ihrer vorderen Hälfte seicht, nach hinten aber vertieft sie sich und wird zur Primitivrinne, deren vorderes Ende

Digitized by Google

von der Querrinne gekreuzt wird. Im ganzen Bereich der Primitivrinne stehen oberes und unteres Blatt miteinander in Verbindung. Ist die Dauer der Bebrütung noch weiter vorgeschritten, so sieht man einen durch Verlängerung des Achsenstranges entstandenen schmalen Streifen, der dem unteren Keimblatt sich dicht anlegt und schließlich in dasselbe übergeht.

In seinen »Bemerkungen über die Keimblätter und den Primitivstreifen bei der Entwicklung des Hühnerembryo« aus dem Jahre 1869 spricht WALDEYER von einem breiten Primitivstreifen und einem schlanken. Jener entsteht dadurch, daß Epi- und Hypoblast in der Achse in festem Zusammenhange stehen. Er reicht nicht bis zur Mitte des hellen Fruchthofes. Alsdann wächst er in die Länge und stellt das Stadium des schlanken Primitivstreifens dar. Zu gleicher Zeit tritt eine Rinne in ihm auf, die sich aber noch eine Strecke weit über ihn hinauserstreckt. Den vom Achsenstrang ausgehenden Faden nennt er den »Kopfteil der Chorda« und zum Unterschied von HIS leitet er die Entstehung der beiden Muskelplatten vom unteren Keimblatt her.

Von nun an richtet sich das Augenmerk der Forscher auf den Primitivstreifen, dem sie eine besondere Aufmerksamkeit widmen, um dadurch die Frage nach der Entstehung des mittleren Keimblattes zu entscheiden und eine befriedigende Lösung für die Gastrulation an den meroblastischen Eiern der Vögel zu finden. Bedenkt man, wie große Schwierigkeiten bei der Untersuchung der ersten Entwicklungsstadien zu überwinden sind, so ist es nicht zu verwundern, daß in der Folgezeit eine so große Reihe grundverschiedener Ansichten zutage tritt.

GOETTES Untersuchungen beginnen mit der Furchung des Hühnereies. Nach seiner Angabe häufen sich die Zellen des mittleren Keimblattes in der Achse an und rufen im Flächenbilde den Primitivstreifen hervor, der im hinteren Bereich des hellen Fruchthofes auftritt. Die Zellen des Achsenstranges, der zugleich die Chordaanlage in sich birgt, werden durch eine Verdickung des Ectoderms zur Seite gedrängt und es entsteht die Primitivrinne, die nachher in die Medullarfurche übergeht.

BALFOUR läßt in dem ovalen hellen Fruchthofe und zwar im hinteren Teile desselben den Primitivstreifen auftreten. Dieser beginnt als dunkler Streifen vom hinteren Rande der Area pellucida und entsteht durch eine Verdickung des Epiblast. Im Laufe der Entwicklung nimmt der Primitivstreifen an Länge zu. Um die 12. Stunde der Bebrütung sieht man die Primitivfurche, die nach seiner

Digitized by Google

Angabe in keinen Teil des späteren Tieres übergeht. Zu derselben Zeit wachsen seitlich aus dem Primitivstreifen die Mesodermflügel hervor, an deren Bildung auch die Zellen beteiligt sind, welche im hinteren Bereich des hellen Fruchthofes, hier dessen Undurchsichtigkeit hervorrufend, zwischen den beiden primären Keimblättern liegen. In der vor dem Primitivstreifen gelegenen Partie rücken die Zellen des dicker gewordenen Hypoblast dichter zusammen, sie bilden die Chordaanlage, während zu gleicher Zeit das mittlere Keimblatt sich vom unteren abspaltet.

Nach KÖLLIKER tritt nach 10—14stündiger Bebrütungsdauer in dem hinteren Bezirk des hellen Fruchthofes eine ectodermale Wucherung auf, der nicht scharf begrenzte Primitivstreifen, in den sich kurze Zeit darauf die Primitivrinne einsenkt. Diese wird von den Primitivfalten eingefaßt, die vorn ineinander übergehen und nach hinten, ebenso wie die Rinne selbst, sich verlieren. Aus dem Primitivstreifen wächst das Mesoderm hervor, dehnt sich lateralwärts weiter aus und endigt zwischen dem oberen und unteren Keimblatt mit einer Verdickung, dem Randwulst des Mesoderms. Auf einem späteren Entwicklungsstadium geht vom Primitivstreifen der Kopffortsatz aus. In der Verlängerung der Primitivrinne entsteht die Rückenrinne, begrenzt von den Rückenwülsten.

RAUBERS zahlreiche Schriften befassen sich vornehmlich mit der Erklärung der Gastrulationserscheinungen. Schon um die 9. Stunde der Bebrütung entsteht der fast ausschließlich ectodermale Primitivstreifen, von dem hinteren Rande der Area pellucida bis zur Mitte desselben reichend. Mit seinem Auftreten hängt die Bildung des Mesoderms zusammen. Das hintere Ende des Primitivstreifens verbreitert sich und geht in die Area opaca über. Unmittelbar darauf tritt in ihm die Primitivrinne auf, die vorn durch eine Querfurche abgeschlossen wird. In seiner Abhandlung »Primitivrinne und Urmund« gibt Fig. 15 diese Verhältnisse wieder. Im weiteren Verlauf der Bebrütung dehnt sich der Primitivstreifen aus, erstreckt sich in den dunkeln Fruchthof hinein und ist hier abgerundet. Genau so wie der Primitivstreifen verhält sich die Primitivrinne. Der vordere Teil des Primitivstreifens stellt den Kopffortsatz dar, der allmählich nach vorn weiter wächst und in engster Verbindung mit dem Entoderm steht, während das Ectoderm von ihm geschieden ist.

Bisher hatte man ausschließlich das Hühnchen zu embryologischen Forschungen verwendet, von jetzt ab unterzog man auch die Keimscheiben andrer Vogelarten einer eingehenden Untersuchung.

Digitized by Google

In seiner Arbeit: »Der Primitivstreifen bei Vogelembryonen (Huhn und Gans)«, 1878 erschienen, kommt GASSER auf Grund eingehender Untersuchungen einer zahlreichen Reihe vollständiger Längs- und Querschnittserien von Gänse- und Hühnerembryonen aus den ersten Tagen der Bebrütung zu folgenden Resultaten.

Aus einer Wucherung der beiden primären Keimblätter entsteht der gleichmäßig verdickte Primitivstreifen, der im hinteren Teile der Area pellucida sich bildet und sich nicht immer in die Area opaca erstreckt. Sein vorderes Ende ist knopfartig verdickt. In ihm findet man einen Zusammenhang des oberen, mittleren und unteren Keimblattes, der auch im weiteren Verlauf des Primitivstreifens mit Ausnahme seines hinteren Endes, wo das Entoderm gesondert ist, bestehen bleibt. »Man kann deshalb nicht sagen, der Primitivstreifen ist derjenige Teil der Keimscheibe, in dem die drei Blätter zusammenhängen.« Mit der Anlage der Urwirbel beginnt seine Rückbildung. Kurze Zeit nach dem Erscheinen des Primitivstreifens bemerkt man die Primitivrinne. Dieselbe beginnt im Primitivknoten und erreicht ihre größte Tiefe gerade an dieser Stelle, wo später, wie GASSER in seiner Abhandlung: »Beiträge zur Kenntnis der Vogelkeimscheibe« aus dem Jahre 1882 erwähnt, bei manchen Vogelembryonen ein Durchbruch, der Canalis neurentericus, entstehen soll. Von hier aus erstreckt sich die Primitivrinne, nicht immer dieselbe Tiefe zeigend, weiter über den Primitivstreifen hinweg. In dem vorderen Bezirk des hellen Fruchthofes erheben sich die Medullarwülste, die vorn am stärksten entwickelt sind und nach hinten verflachen. Das Mesoderm entsteht nach GASSER

a. im Primitivstreifen aus Ecto- und Entoderm,

b. in den Seitenteilen der Area pellucida aus dem Entoderm und

c. aus dem Keimwall.

Der Kopffortsatz, gebildet durch das Vordringen des Mesoderms nach vorn, enthält die Chordaanlage, welche bei ihrem ersten Auftreten noch mit dem Entoderm zusammenhängt, aber später von demselben abgetrennt wird. Ungefähr zu denselben Resultaten, was die Entstehung des Mesoderms anbetrifft, gelangt im Jahre 1887 ZUMSTEIN, der seine Beobachtungen an Keimscheiben vom Huhn und der Ente gemacht hat.

In seinen im Jahre 1879 und 1881 erschienenen Arbeiten: »Beiträge zur Kenntnis des Hühnerkeims im Beginne der Bebrütung«, und »Untersuchungen über die Blätterbildung im Hühnerkeim« will KOLLER die viel umstrittene Frage nach der Entstehung des Primi-

Digitized by Google

tivstreifens, sowie des Mesoderms aufklären. Seine Ansichten faßt er folgendermaßen zusammen:

1) Die obere Keimschicht wird zum Ectoderm, die untere zum Entoderm; davon macht die obere Keimschicht mit einer umschriebenen Stelle, dem Sichelknopf, die untere Keimschicht wahrscheinlich mit einer schmalen Zone am hinteren Ende der Area pellucida, der Sichel, eine Ausnahme.

2) Die Anlage des Primitivstreifens und mithin des Mesoderms entsteht infolge einer Wucherung des Ectoderms, welche in der Umgebung einer Rinne, am hinteren Längsachsenende der Sichelrinne der Area pellucida auftritt. Die Teilnahme des unteren Keimblattes an dieser Wucherung ist sehr wahrscheinlich gemacht, aber nicht sicher festgestellt.

3) Aus dieser Anlage entsteht der Primitivstreifen durch einfaches Längenwachstum. Die Seitenteile des Mesoderms wachsen vom Primitivstreifen aus zwischen Ectoderm und Entoderm hinein.

Eine eingehende Beschreibung der Entwicklung des Primitivstreifens, des mittleren Keimblattes und der Chorda des Hühnchens findet man bei Duval, dessen Untersuchungen sich vornehmlich auf die ersten beiden Bebrütungstage erstrecken. Derselbe unterscheidet drei Perioden in der Entwicklung der Primitivrinne, von denen nur die beiden ersten hier in Betracht kommen und die von der 14. bis 22. Stunde der Bebrütung und von der 23.—32. reichen. In der ersten Periode zerfällt die Embryonalanlage in zwei Teile, in den vorderen, die Rückenzone, Zone tergale, und in den hinteren, in dem der Primitivstreifen mit der Primitivrinne auftritt. Der Anfangsteil des Primitivstreifens ist verbreitert und bildet den Kopf, tête de la ligne primitive. Die Keimblätter zeigen in beiden Teilen ein verschiedenes Verhalten. In der Zone tergale tritt das Ectoderm vollständig getrennt auf, das untere dagegen steht mit dem mittleren Keimblatt in Verbindung. Letzteres entsteht wahrscheinlich aus dem Entoderm, da es sich aus demselben Zellenmaterial zusammensetzt. In dem verdickten Vorderende des Primitivstreifens sind alle drei Keimblätter miteinander verwachsen; weiter nach hinten erscheint das Entoderm als eine gesonderte Lamelle ganz platter Elemente. Im Primitivbereich entwickelt sich das Mesoderm aus einer Wucherung des oberen Keimblattes. Der Achsenstrang Dursys, welcher mit der Chordaanlage nicht zu verwechseln ist, ist nach Duval dadurch zu erklären, daß dieser aus kernlosen Kugeln besteht, die sich durch Ausscheidungen der Primitivrinne gebildet haben. In der

Digitized by Google

zweiten Periode kommt die Entwicklung der Primitivrinne zum Stillstand. Zu dieser Zeit legen sich die Medullarwülste an die Chorda. Jene erheben sich vor der Primitivrinne, diese entwickelt sich aus dem Mesoderm, das in der Medianlinie nicht vom Entoderm getrennt werden kann. KUPFFER, der Keimscheiben verschiedener Vogelarten einer genaueren Beobachtung unterwarf, fand im hinteren Teil der Area pellucida nahe der Area opaca eine quere Rinne, in welche die Primitivrinne einmündet und die von einer Sichel getragen wurde. Die Primitivrinne, in medianer Richtung sich entwickelnd, wird begrenzt von den Primitivwülsten, die nach vorn in den vom Ectoderm getrennten Kopffortsatz übergehen. Im Bereich der Primitivrinne hängt das Mesoderm mit dem Boden der Rinne fest zusammen, und seine Entstehung ist aus demselben abzuleiten. Weiter heißt es in seiner Abhandlung: »Die allbekannte langgestreckte Primitivrinne der Vögel ist nicht die ursprüngliche Erscheinungsweise dieser Bildung, vielmehr stellt sich das früheste Stadium, das ich bisher erblickt habe, als ein querer, dem hinteren Rande der Area pellucida entlang ziehender Spalt, an dessen Mitte sich vorn ein kurzer longitudinaler Schenkel ansetzt, der die Richtung der axialen Primitivrinne angibt. Dieser Spalt ist konstant am Hühnerei zu finden. Nach KUPFFERS Meinung ist die gesamte Primitivrinne mit vorderer Erweiterung und hinterer Teilung als Gastrulationseinstülpung anzusehen und dem Prostoma der Reptilien zu vergleichen.

In den folgenden Jahren versuchte man vergeblich, die Frage nach der Entwicklung der Keimblätter zu lösen. Bis auf den heutigen Tag ist dieselbe noch nicht nach jeder Richtung hin geklärt. Die meisten Embryologen folgen der Meinung KÖLLIKERS, nach der der Primitivstreifen eine ectodermale Wucherung darstellt und das Mesoderm vom Ectoderm gebildet wird. Die Beobachtungen KUPFFERS erfuhren in der Folgezeit vielfach Widerspruch, insbesondere seine Erklärung der Gastrulation der Vögel. So wendet sich RAUBER gegen ihn, der nicht den Spalt als Gastrulationseinstülpung aufgefaßt wissen will, sondern den Keimscheibenrand, also die Stelle, wo Ectoblast und Entoblast ineinander übergehen, als Urmund, Blastostom, bezeichnet.

Die von KUPFFER beobachtete Sichel ist von SCHAUINSLAND bei einer Reihe Vögel als konstantes Gebilde nachgewiesen worden. Nach seiner Angabe verbreitert sich die Ectodermwucherung am hinteren Ende des Primitivstreifens. Die Folge davon ist, daß eine stärkere Mesodermwucherung stattfindet und dadurch das Bild der Sichel

Digitized by Google

hervorgerufen wird. Die irrige Meinung KOLLERS und DUVALS, nach der von einer sichelförmigen Verdickung des Keimwalls der Primitivstreifen nach vorn wachse, ist darauf zurückzuführen, daß die Sichel zuweilen auch auf dem Keimwall beobachtet wird. Sie wird aber dadurch widerlegt, daß dieser Prozeß, nämlich die Bildung des Primitivstreifens und der Sichel zugleich mit der Primitiv- und Sichelrinne, bei einigen Vogelarten im Bereich des hellen Fruchthofes vor sich geht. Das vorderste Ende des Primitivstreifens weist eine dem HENSENschen Knoten der Säugetiere vergleichbare Verdickung auf. Von dieser wuchert das mittlere Keimblatt in den Spalt zwischen Ecto- und Entoblast und bildet den im Flächenbilde deutlich erkennbaren Kopffortsatz, dessen vorderstes Ende mit den Zellen des unteren Keimblattes verwachsen ist. Diese Verschmelzung der ento- und mesodermatischen Elemente kann nun weiter nach hinten und lateralwärts fortschreiten, doch muß sie vor der Bildung der Chorda, die sich aus dem vor dem Primitivstreifen gelegenen Mesoblast anlegt, wieder gelöst sein. Im Primitivknoten entdeckt man bei vielen Vögeln eine grübchenförmige Vertiefung, die sich in den Kopffortsatz oder die Chorda erstrecken kann. Es ist dieses der »rudimentäre Urdarm«, der nach einiger Zeit nach unten durchbricht und den Canalis neurentericus bildet. Nach seiner Auffassung sind sämtliche Wucherungen und Einstülpungen, durch welche das mittlere Keimblatt gebildet wird, als Gastrulation aufzufassen. Diese von SCHAUINSLAND gemachten interessanten und höchst wichtigen Befunde werden von O. HERTWIG im großen und ganzen bestätigt, welcher behauptet, daß der Kopffortsatz nichts andres ist als der vordere umgewandelte Teil des Primitivstreifens, und daß die Primitivrinne eine dem Urmund der niederen Tiere homologe Bildung darstelle.

Zum Schluß werde ich noch die Resultate, die P. MITROPHANOW im Jahre 1902 in seinen »Beiträgen zur Entwicklung der Wasservögel« über die erste Entwicklung von *Sterna hirundo* gibt, mit des Verfassers eignen Worten angeben.

1) Unbebrütete Keimscheiben von 3,25—3,5 mm im Durchmesser, deren heller Fruchthof entweder sich nicht vollständig abgesondert hat, oder sich nur etwas absondert und in diesem Falle weniger als 2 mm beträgt (1,7 mm).

In einem solchen sich absondernden hellen Fruchthofe kann man schon eine scheibenförmige ectodermale Verdickung bemerken (bis 40 mm), deren Centrum sich etwas näher zum hinteren Ende befindet, welches durch den breiteren Rand des dunklen Fruchthofes

Digitized by Google

leicht zu bestimmen ist. Man beobachtet diese Differenzierung ausgeprägter und beständiger auf Keimscheiben von 4 mm im Durchmesser, deren heller Fruchthof sich im Durchmesser allmählich bis zu 2 mm vergrößert.

2) Auf den am meisten entwickelten Keimscheiben sondert sich in der oben erwähnten Verdickung ein ectodermales Inselchen, der Primitivknoten, ab, aus welchem sich auf der Keimscheibe von 4,5 mm im Durchmesser der Primitivstreifen zu bilden anfängt.

3) Der Primitivstreifen, welcher auf Keimscheiben von 5 mm im Durchmesser vollständig entwickelt ist, erreicht auf den von uns studierten Präparaten den dunklen Fruchthof nicht und ist im vorderen Ende schärfer ausgedrückt als im hinteren.

Literaturverzeichnis.

1759. C. F. Wolff, Theoria generationis.
1817. Pander, Beyträge zur Entwicklungsgeschichte des Hühnchens im Eye. Würzburg.
1826. Prévost & Dumas, Mem. sur le développement du poulet dans l'œuf. Ann. sc. nat.
1828. C. E. v. Baer, Entwicklungsgeschichte der Tiere. Beobachtung und Reflexion. I. T. Königsberg.
1833. P. Coste u. Delpech, Untersuchungen über die Bildung des Vogelembryo. Frorieps Not. Bd. XXXVIII.
1835. G. Valentin, Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen mit vergleichender Rücksicht der Säugetiere und Vögel. Berlin.
1837. C. E. v. Baer, Entwicklungsgeschichte der Tiere. Beobachtung und Reflexion. II. T. Königsberg.
1837. Coste, Embryogénie comparée. Paris.
1837. Coste et Delpech, Cours sur le développement de l'homme et des oiseaux. Paris.
1840. K. B. Reichert, Entwicklungsleben im Wirbeltierreich. Berlin.
1841. J. Hunter, Observations on animal development wited and his illustrations of that process in the bird. London.
1845. M. P. Erdl, Entwicklung des Menschen und des Hühnchens im Ei. Leipzig.
1850. Coste, Furchungsprozeß bei Vögeln, Reptilien und Knorpelfischen. Revue et Mag. de Zool.
1855. R. Remak, Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbeltiere. Berlin.
1860. Panum, Untersuchungen über die Entstehung von Mißbildungen, zunächst in den Eiern der Vögel. Kiel.
1861. Kölliker, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere. Leipzig.
1861. H. Rathke, Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. Leipzig.

Digitized by Google

1866. E. Dursy, Der Primitivstreifen des Hühnchens. Lahr.
1866. J. Moleschott, Zur Embryologie des Hühnchens. Untersuchungen über Naturlehre des Menschen. Bd. X. Gießen.
1866. Stricker, Beiträge zur Kenntnis des Hühnereies. Wien. Sitzungsber. Bd. LIII.
1868. W. His, Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbeltierleibes. Leipzig.
1868. Peremeschko, Die Bildung der Keimblätter im Hühnerei. Wien. Sitzber.
1869. W. Waldeyer, Bemerkungen über die Keimblätter und den Primitivstreifen bei Entwicklung des Hühnerembryo. Zeitschr. für rat. Medizin. Bd. LXIX.
1870. A. Goette, Furchung und Blätterbildung im Hühnerei. Strickers Studien.
1870. J. Oellacher, Untersuchungen über die Furchung und Blätterbildung im Hühnerei. Strickers Studien.
1871. E. Klein, Das mittlere Keimblatt in seinen Beziehungen zur Entwicklung der Blutgefäße und Blutkörperchen im Hühnerembryo. Wiener akad. Sitzungsber.
1872. F. Durante, Sulla struttura della macula germinativa delle nova di gallina avanti e qualche ore dopo l'incubazione. Ricerche nel laboratorio di anatomia della R. Università di Roma.
1872. Miescher, Die Kerngebilde im Dotter des Hühnereies. Hoppe-Seylers med.-chem. Unters. Bd. II.
1872. Oellacher, Die Veränderungen des unbefruchteten Keims des Hühnereies im Eileiter und bei Bebrütungsversuchen. Zeitschr. f. wiss. Zool.
1873. F. M. Balfour, On the disapparance of the Primitive Groove in the Embryo. Chik. Quarterl. Journ. Microscop. Science. Vol. XIII.
1874. M. F. Balfour, The development and growth of the layers of the Blastoderm. Quarterl. Journ. of microsc.
1874. A. Goette, Beiträge zur Entwicklungsgesch. der Wirbeltiere. Arch. für mikrosk. Anat. Bd. X.
1874. H. Virchow, Beobachtungen über das dritte Keimblatt im Bereich des Dottersacks. Virchows Arch. Bd. LXII.
1874/75. A. Rauber, Über die Embryonalanlage des Hühnchens. Centralbl. f. d. med. Wissensch.
1875. A. Kölliker, Zur Entwicklung der Keimblätter im Hühnerei. Verh. d. phys.-med. Ges. in Würzburg.
1875. A. Rauber, Über die erste Entwicklung der Vögel und die Bedeutung der Primitivrinne. Sitzungsber. der Naturf. Ges. zu Leipzig.
1875. Stricker, Das mittlere Keimblatt. Wien. Sitzungsber. Bd. LXIII.
1876. Balfour u. Foster, Grundzüge der Entwicklungsgeschichte der Tiere. Deutsch v. Kleinenberg.
1876. W. His, Der Keimwall des Hühnereies und die Entstehung der parablastischen Zellen. Zeitschr. f. Anat. und Entwicklungsg.
1876. A. Kölliker, Zur Entwicklung der Keimblätter im Hühnerei. Verh. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg.
1876. A. Rauber, Über die erste Entwicklung der Vögel und die Bedeutung der Primitivrinne. Sitzungsber. d. Naturf. Ges. zu Leipzig.
1876. —— Beiträge zur Keimblätterbildung bei den Wirbeltieren. Sitzungsber. d. Naturf. Ges. zu Leipzig.

Digitized by Google

1876. A. Rauber, Primitivrinne und Urmund. Morph. Jahrb.
1877. W. His, Neue Untersuchungen über die Bildung des Hühnerembryo. Sitzungsber. d. Akad. Wissensch. Wien.
1877. A. Rauber, Primitivstreifen und Neurula. Leipzig.
1878. J. Disse, Die Entwicklung des mittleren Keimblattes im Hühnerei. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XV.
1878. M. Duval, La segmentation et la formation du blastoderm. Blastula und Gastrula. Ann. Gynécol. obstétr. T. XLVI.
1878. Gasser, Der Primitivstreifen bei Vogelembryonen. Schriften d. Ges. zur Bef. der ges. Naturw. Marburg. Bd. XI. Supplementheft I.
1878. W. Majzel, Über die Veränderungen des befruchteten tierischen Eies und die Zellteilung. Denkschr. ärztl. Ges. Warschau.
1878. Schenk, Die Keimblattlehre. Allg. Wien. med. Ztg.
1879. M. Braun, Aus der Entwicklungsgeschichte der Papageien. Verh. der phys.-med. Gesellsch. zu Würzburg.
1879. M. Duval, Études sur la ligne primitive de l'Embryon du Poulet. Ann. des Sc. nat. Tom. VII.
1879. C. Koller, Beiträge zur Kenntnis des Hühnerkeims im Beginne der Bebrütung. Sitzber. akad. Wiss. Wien.
1879. C. Kupffer, Die Entstehung der Gastrula und der Allantois der Wirbeltiere. Zool. Anz.
1879. A. Rauber, Die Lage der Keimpforte. Zool. Anz.
1880. Dantsky u. Kostenitsch, Über die Entwicklungsgeschichte der Keimblätter und des Wolffschen Ganges im Hühnerei. Mémoires de l'Academie impériale des Sciences à St. Pétersbourg. VII. Serie. T. XXVII. Nr. 13.
1880. C. Kupffer u. C. Beneke, Photogramme zur Ontogenie der Vögel. Nova acta Leop. Carol. Bd. LI.
1880. A. Rauber, Die Gastrula der Wirbeltiere und die Allantois. Zool. Anz.
1881. F. M. Balfour, Handbuch der vergleichenden Embryologie. Deutsch von Vetter. Jena.
1881. L. Gerlach, Über die entodermale Entstehungsweise der Chorda dorsalis. Biol. Centralblatt.
1881. O. u. R. Hertwig, Die Cölomtheorie. Jena.
1881. C. Koller, Untersuchungen über die Blätterbildung im Hühnerkeim. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XX.
1882. F. M. Balfour u. F. Deighton, A Renewed Study of the Germinal Layers of the Chik. Anat. Journ. of micr. sc. Vol. XXII.
1882. M. Braun, Die Entwicklung des Wellenpapageis. Arb. aus dem zool.-zoot. Instit. in Würzburg. Bd. V.
1882. Gasser, Beiträge zur Kenntnis der Vogelkeimscheibe. Arch. für Anat. u. Phys.
1882. W. His, Die Lehre von einem Bindesubstanzkeim. Rückblick nebst Besprechung einiger neuerer entwicklungsgeschichtlicher Arbeiten. Arch. f. Anat. u. Phys.
1882. C. K. Hoffmann, Über die Entwicklungsgeschichte der Chorda dorsalis. Beiträge zur Anat. und Embryologie als Festgabe für J. Henle.
1882. Janosik, Beiträge zur Kenntnis des Keimwulstes bei Vögeln. Sitzber. d. Wien. Akad. Bd. LXXXIV.

Digitized by Google

1882. C. KUPFFER, Die Gastrulation an den meroblastischen Eiern der Wirbeltiere und die Bedeutung des Primitivstreifens. Arch. f. Anat. u. Phys.
1882. G. ROMITI, Sur l'Origine du Mésoderme et ses rapports avec le vitellus. Arch. Ital. de biolog. II.
1882. WOLFF, Über die Keimblätter des Huhns. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXI.
1883. GASSER, Der Parablast und der Keimwall der Vogelkeimscheibe. Sitzber. Nat. Ges. Marburg.
1883. O. HERTWIG, Die Entwicklung des mittleren Keimblattes der Wirbeltiere. Jena.
1883. C. K. HOFFMANN, Die Bildung des Mesoderms, die Anlage der Chorda dorsalis und die Entwicklung des Canalis neurentericus bei Vogelembryonen. Verhandelingen der Koningklijke Akademie van Wetenschappen. XXIII. Deel. Amsterdam.
1883. J. KOLLMANN, Der Mesoblast und die Entwicklung der Gewebe bei Wirbeltieren. Biol. Centralbl. Bd. III.
1883. A. RAUBER, Furchung und Achsenbildung bei Wirbeltieren. Zool. Anz.
1883. W. REPIACHOFF, Zur Morphologie des Primitivstreifens. Zool. Anz.
1883. —— Bemerkungen über die Keimblätter der Wirbeltiere. Zool. Anz.
1883. B. VETTER, Die Cölomtheorie und die Entstehung des mittleren Keimblattes. Kosmos.
1883. WALDEYER, Archiblast und Parablast. Arch. f. mikr. Anat.
1883. C. O. WHITMANN, A rare form of the blastoderm of the chik and its bearing on the question of the Vertebrate embryo. Quart. Journ. of micr. sc.
1884. G. BELLONCI, Blastoporo e linea primitiva dei vertebrati. Relatione del tordaro. Atti R. Acad. Lincei Transunti. Vol. VIII. Nr. 7.
1884. M. DUVAL, De la formation du blastoderme dans l'œuf d'oiseau. Annal. de sc. nat.
1884. H. FOL, Recherches sur le développement des provertèbres chez l'embryon du poulet. Arch. d. sc. phys. et nat. Genève.
1884. A. KÖLLIKER, Grundriß der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere. Leipzig, W. Engelmann.
1884. —— Die embryonalen Keimblätter und Gewebe. Ztschr. f. wiss. Zool. Bd. XL.
1885. H. W. CALDWELL, Blastopore, mesoderm and metameric segmentation. Quart. Journ. of Micr. Soc.
1885. J. KOLLMANN, Gemeinsame Entwicklungsbahnen der Wirbeltiere. Arch. f. Anat. u. Phys.
1885. W. WALDEYER, Die neueren Forschungen im Gebiete der Keimblattlehre. Berl. klin. Wochenschr. Nr. 17 u. 18.
1886. G. ASSAKY, Origine des feuillets blastodermiques chez les Vertébrés. Avec fig. Paris, Aselin et Houzeau.
1886. O. HERTWIG, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere. Jena.
1886. J. KACZANDER, Über die Beziehungen des Medullarrohres zum Primitivstreifen. Wien. med. Jahrb.
1886. J. KOLLMANN, Die Geschichte des Primitivstreifens bei den Meroblastiern. Verh. d. Naturf. Ges. Basel.
1886. E. RAVN, Über die mesodermfreie Stelle in der Keimscheibe des Hühnerembryos. Arch. f. Anat. u. Phys.

Digitized by Google

1886. E. Selenka, Über die Gastrulation der Knochenfische und der Amnioten. Sekt. f. Anat. u. phys. Antropologie der 59. Naturf. Vers. Anat. Anz.
1886. W. Wolff, Die beiden Keimblätter und der Mittelkeim. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXVIII.
1887. Haswell, Observations on the early stages in the development of the Emu (Dromaeus). Proceed. Linn. Soc. New South-Wales. Vol. II.
1887. C. Kupffer, Über den Canalis neurentericus der Wirbeltiere. Münchn. med. Wochenschr.
1887. Th. Studer, Über Embryonalformen einiger antarktischer Vögel. Mitt. der Naturf. Gesellsch. aus dem Jahre 1886.
1888. M. Duval, Atlas d'embryologie. Paris 1888.
1888. C. Rabl, Über die Bildung des Mesoderms. Anat. Anz.
1888. —— Über die Differenzierung des Mesoderms. Anat. Anz.
1888. H. F. Wenckebach, De beteckenis van het Parablast. Donders-Feestbundel van hed Nev. Tijdschrift voor Geneeskunde.
1889. C. Rabl, Theorie des Mesoderms. Morph. Jahrb.
1889. Th. Studer, Embryonalentwicklung der Vögel in: Die Forschungsreise S. M. S. »Gazelle«, 1874/76, Teil III.
1889. L. Zehntner, Zur Entwicklung von Cypselus melba. Zool. Anz. 12. Jahrg.
1890. G. Fasola, De quelques anomalies de la ligne primitive dans le poulet. Contribution pour son interprétation phylogénétique. Arch. ital. de Biol. T. XIII.
1890. Rud. Müller, Zur Entwicklung des Bläßhuhnes (Fulica atra). Monatsschrift d. deutsch. Vereins z. Schutze der Vogelwelt. Jahrg. XV.
1890. T. J. Parker, Observations on the anatomy and development of Apteryx. Proceed. of the royal society. Vol. XVII.
1890. A. Prenant, Élements d'embryologie.
1890. P. Samassa, Über einen Primitivstreifen in der Area opaca. Inaug.-Diss. München.
1890. H. Schauinsland, Erneute Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge am Vogelei. 63. Naturf.-Vers. zu Bremen.
1890. A. Tichomiroff, Befund einer echten Gastrula im Embryo eines Huhnes. Tageblatt d. zool. Abt. der Gesellsch. für Naturw., Anthropologie und Etnographie.
1891. Eismond, Über den Canalis neurentericus bei den Vögeln. Sitzb. d. biol. Sekt. d. Warsch. Naturf. Ges.
1891. —— Beitrag zur Gastrulation beim Hühnchen. Ibid.
1891. Kollmann, Die neuesten Forschungen über den Aufbau des Wirbeltierkörpers. Korrespondenzbl. f. schw. Ärzte.
1891. P. Mitrophanow, Bildung der Keimblätter bei Vertebraten. Sitzb. d. biol. Sekt. d. Warsch. Naturf. Ges.
1891. Mitsukuri, On the paired origin of the meroblast in Vertebrata. Anat. Anz. Jahrg. 6.
1891. T. J. Parker, Additional observations on the development of Apteryx. Phil. trans.
1891. J. Perenyi, Die Entstehung des Mesoderms. Math.-naturw. Ber. aus Ungarn.
1891. H. Virchow, Der Dottersack des Huhns. Internat. Beitr. z. wiss. Med. Bd. I.
1891/92. E. Selenka, Studien über die Entwicklungsgeschichte der Tiere. Wiesbaden.

Digitized by Google

1892. v. Davidoff, Die Urmundtheorie. Anat. Anz.
1892. O. Hertwig, Urmund und Spina bifida. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXIX.
1892. M. F. Houssay, Sur la théorie des feuillets et le parablaste. Note Compt. rend. des séances de l'Academie des sciences. Tome CXIV.
1892. P. Mitrophanow, Über die Anfangsentwicklung der Straußе. Arb. Zool. Lab. Warschau.
1892. W. Repiachoff, Über die Gastrulation der Wirbeltiere nebst Bemerkungen über die Homologie der Keimblätter der Metazoen. Mem. de la soc. des natur. de la Nouv. Russie.
1892. Roule, Embryologie générale. Paris.
1892. A. Smiechowsky, Die Bedeutung der Megasphären in der Keimscheibe des Hühnchens. Anat. Hefte.
1893. F. Houssay, Études d'embryologie sur les vertébrés. Arch. de Zool. expér. et génér.
1893. J. Kollmann, Über Spina bifida und Canalis neurentericus. Anat. Anz. Jahrg. 8, Ergänzungsheft.
1893. Lwoff, Die Keimblätterbildung bei Wirbeltieren.
1893. H. V. Wilson, Primitive Streak and Blastopore of the Bird Embryo. Journ. of the Elisha Mitchell Scientif. Society. Year XL.
1894. Eismond, Über die Anlage der Urkeimblätter. Arb. zool. Lab. Warschau.
1894. —— Über den gegenwärtigen Stand der Keimblättertheorie. Verh. d. zool. Ges. auf d. 3. Vers. in Göttingen.
1894. —— Über die Gastrulation bei Vögeln. Arb. zool. Lab. Warschau.
1894. Kionka, Die Furchung des Hühnereies. Anat. Hefte von Fr. Merkel und R. Bonnet.
1894. H. Lan, Die parthenogenetische Furchung des Hühnereies. Diss. Dorpat.
1894. P. J. Mitrophanow, Über Mißbildungen während des Beginnes der embryonalen Entwicklung des Hühnchens. Arb. zool. Lab. Warschau.
1894. Will, Die neuesten Arbeiten über die Keimblattbildung der Amnioten. Zusammenfassende Übersicht. Zool. Centralbl. Jahrg. 1.
1895. Barfurth, Versuche über die parthenogenetische Furchung des Hühnereies. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. II.
1895. F. Braem, Was ist ein Keimblatt? Biol. Centralbl.
1895. P. Mitrophanow, Teratogene Studien. I. Teil. Arch. f. Entw.-Mech.
1895. N. Nassonow, Über die Bildung des Canalis neurentericus beim Straußе (Struthio camelus). Bibliogr. anat. Ann.
1895. —— Sur l'embryologie de l'Autruche (Struthio camelus). Ibid.
1895. P. Samassa, Über die Bildung der primären Keimblätter bei Wirbeltieren. Verh. d. deutsch. zool. Ges. auf d. 5. Jahresvers. zu Straßburg i. E.
1896. Assheton, On experimental examination in to the growth of the blastoderm of the chik. Proceed of the Royal Soc. Vol. LX.
1896. H. v. Basedow, Die Entwicklung des Vogels im Ei, erläutert an der des Hühnereies. Schwalbe, Jahrg. 13.
1896. M. Duval, La segmentation et la formation du blastoderme. Ann. de gynéc. et d'obst. T. XLVI.
1896. Hamann, Über die Entstehung der Keimblätter. Arch. f. Anat. u. Phys.
1896. J. Jablonowski, Beiträge zur Beurteilung des Vogeleies. Inaug.-Diss. Berlin.
1896. C. Müller, Die Entwicklung des Hühnchens im Ei. Mit 47 Illustrat. Samml. popul. Schr., herausg. von der Urania. Berlin.

Digitized by Google

1896. J. L. Schenk, Lehrbuch der Embryologie des Menschen und der Wirbeltiere. Wien.
1896. L. Will, Über die Urmundtheorie und ihre Anwendung auf die amnioten Wirbeltiere. Arb. d. Ver. der Freunde f. Naturgesch. in Mecklenburg.
1897. Bianchi, Le anomalie della linea primitiva negli embrioni di pollo. Monit. zool. ital. Vol. VIII.
1897. Garbowski, Zur Analyse des Keimblattbegriffs. Verh. k. k. zool. bot. Ges. zu Wien.
1897. K. Heider, Ist die Keimblättertheorie erschüttert? Zusammenfassende Übersicht. Zool. Centralbl. Jahrg. 4.
1897. H. Klaatsch, Über den jetzigen Stand der Keimblattfrage mit Rücksicht auf die Pathologie. Münchn. med. Wochenschr. Jahrg. 46.
1897. P. J. Mitrophanow, Über ein frühes Entwicklungsstadium des Straußes. Arb. zool. Lab. Warschau.
1897. —— Experimentelle Beobachtungen über die erste Entwicklung der Vögel. Ibid.
1897. Sobotta, Über den Gastrulationsvorgang bei den Wirbeltieren. Sitzber. d. phys.-med. Ges. Würzburg.
1898. J. Janosik, Quelques remarques sur le développement de Lacerta agilis. Bibl. anatomique.
1898. Fr. Kopsch, Experimentelle Untersuchungen am Primitivstreifen des Hühnchens und an Scyllium-Embryonen. Verh. d. anat. Ges. in Kiel.
1898. P. J. Mitrophanow, Über den Gastrulationsvorgang bei den Amnioten. Verh. d. 12. anat. Ges. in Kiel.
1898. —— Teratogene Studien. II. Teil. Arch. f. Entwicklungsmech. Bd. VI.
1898. Fl. Peebles, Some Experiments on the Primitive Streak of the Chik. Arch. f. Entwicklungsm.
1899. M. Lavdowsky u. N. Tischutkin, Von den Beziehungen der Dotterelemente zu den Keimblattzellen. Biol. Centralbl. Bd. XIX.
1899. P. Mitrophanow, Notes embryologiques et tératogéniques. 1) La norma du développement primitif du poulet. 2) Sur les manipulations techniques dans l'embryogénie expérimentale. 3) Sur un blastoderme double de la poule. 12 fig. Compt. rend. de l'Association des anat. Sess. Paris.
1899. —— Beobachtungen über die erste Entwicklung der Vögel. Anat. Hefte.
1899. E. Rabaud, Sur le parablaste de l'entoderme vitellin du blastoderme de la poule. Compt. rend. Acad. Sc. Paris. T. XXIX.
1899. Schauinsland, Beiträge zur Biologie und Entwicklungsgeschichte von Hatteria, nebst Bemerkungen über die Entwicklung der Sauropsiden. Anat. Anz. Bd. XV.
1900. K. v. Bardeleben, Ein Überblick über das letzte Vierteljahrhundert der Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Deutsche med. Wochenschr. Jahrg. 26.
1900. Tad. Garbowski, Die Keimblättertheorie und die modernen Richtungen in der vergleichenden Morphogenie.
1900. Heissler, A Text-Book of Embryology for Students of Medicine. With 190 Illustr. 26 of them in colours.
1900. F. Keibel, Normentafel zur Entwicklungsgeschichte des Huhnes (Gallus domesticus). Jena.
1901. K. Abraham, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Wellensittigs. Anat. Hefte Bd. XVII.

Digitized by Google

1901. O. Hertwig, Strittige Punkte aus der Keimblattlehre der Wirbeltiere. Sitzungsb. akad. Wiss. Berlin.
1901. Fr. Kopsch, Über die Bedeutung des Primitivstreifens beim Hühnerembryo. Vortrag, gehalten auf d. V. internat. Zool.-Kongr. Berlin.
1901. P. Mitrophanow, Über die erste Entwicklung der Krähe. Ztschr. für wiss. Zool. Bd. LXIX.
1901. L. Stieda, Der Embryologe Sebastian Graf v. Tredern und seine Abhandlung über das Hühnerei. Anat. Hefte.
1902. P. Mitrophanow, Beiträge zur Entwicklung der Wasservögel. Ztschr. f. wiss. Zool.
1902. —— Über die Primitivplatte in der Entwicklung der Sauropsiden. Arb. d. zoot. Inst. Warschau.
1902. K. Nowak, Neue Untersuchungen über die Bildung der primären Keimblätter und die Entstehung des Primitivstreifens beim Hühnerembryo. Inaug.-Diss. Berlin.
1903. O. Hertwig, Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Jena.
1903. P. Mitrophanow, Sur la signification de la ligne primitive dans l'embryogénie des Vertébrés. S. d. l. Soc. Natural de Varsovie.
1903. Schauinsland, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Wirbeltiere. Zoologica.
1903. A. Weber, A propos de la segmentation du mésoderme chez les Amniotes. Verh. anat. Ges. 17. Vers. Heidelberg.
1904. O. Hertwig, Die Elemente der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere. Jena.

Erklärung der Abbildungen.

Alle Zeichnungen beziehen sich auf *Sterna hirundo*. Fig. 1—5 Keimhöfe mit Primitivrinne im Oberflächenbilde nach ungefärbten, unter Alkohol bei 30facher Vergrößerung untersuchten Präparaten.

Fig. 1. Primitivstreifen mit der Primitivrinne noch in der Entwicklung begriffen. Der helle Fruchthof beinahe kreisrund. Sein Querdurchmesser gleich dem Längsdurchmesser. In der Medianlinie der Area pellucida verläuft der Primitivstreifen mit der Primitivrinne. Ersterer ist vorn knopfartig verdickt, letztere erweitert sich an dieser Stelle grübchenartig. Das hintere Ende des Primitivstreifens ist verbreitert und reicht an den dunklen Fruchthof heran. Die Primitivrinne hört schon eine Strecke vor der Area opaca auf.

Fig. 2. Der helle Fruchthof fast birnförmig. Primitivknoten und Primitivgrube fehlen. Primitivstreifen gerade gestreckt, ebenso die Primitivrinne.

Fig. 3. Primitivstreifen mit Primitivrinne vollständig ausgebildet. Beide Embryonalgebilde verlaufen in gerader Richtung in der Medianlinie des hellen Fruchthofes. Das Vorderende des Primitivstreifens ist knopfartig verdickt. Eine grübchenartige Vertiefung der Primitivrinne an ihrem Vorderende fehlt. An ihrem hinteren Ende gabelt sie sich. Von dem linken Aste gehen zwei Seitenäste nach derselben Seite.

Digitized by Google

Fig. 4. Vorderende des Primitivstreifens ein wenig verdickt. Von diesem geht ein gebogener Kopffortsatz aus. Primitivrinne ist mehrfach gekrümmt und geht an ihrem hinteren Ende in zwei divergierende Äste über.

Fig. 5. Vorderende des Primitivstreifens knotenartig verdickt. Von dieser Verdickung geht ein heller Streifen in den vorderen Bezirk des hellen Fruchthofes. Die Primitivrinne ist ein wenig gekrümmt. An ihrem hinteren Ende gabelt sie sich.

Fig. 6. Schnitt durch den Kopffortsatz der Keimscheibe 7. 1. Schnitt n. v. vom Orientierungsschnitt. In dem Kopffortsatz, von dem das Ectoderm vollständig getrennt ist, tritt ein deutliches Lumen auf, der Fortsatz der Primitivgrube nach vorn. Mesoderm und Entoderm sind in der Achse miteinander verbunden.

Fig. 7. Schnitt durch das Vorderende des Primitivstreifens der Keimscheibe 7. 2. Schnitt n. h. vom Orientierungsschnitt. Die Primitivrinne erreicht eine bedeutende Tiefe. Ihr unteres Ende ist beutelartig erweitert. Am Boden derselben stehen die drei Keimblätter in untrennbarem Zusammenhang.

Fig. 8. Schnitt durch die Primitivrinne der Keimscheibe 3. 26. Schnitt n. h. vom Orientierungsschnitt. Vom Grund der Rinne geht ein feiner Spalt nach unten. Die Zellen des mittleren Keimblattes, die im Primitivbereich mit dem Ectoderm zusammenhängen, scheinen vom Boden der Primitivrinne ausgewandert zu sein. Das Entoderm ist vollständig getrennt.

Digitized by Google

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

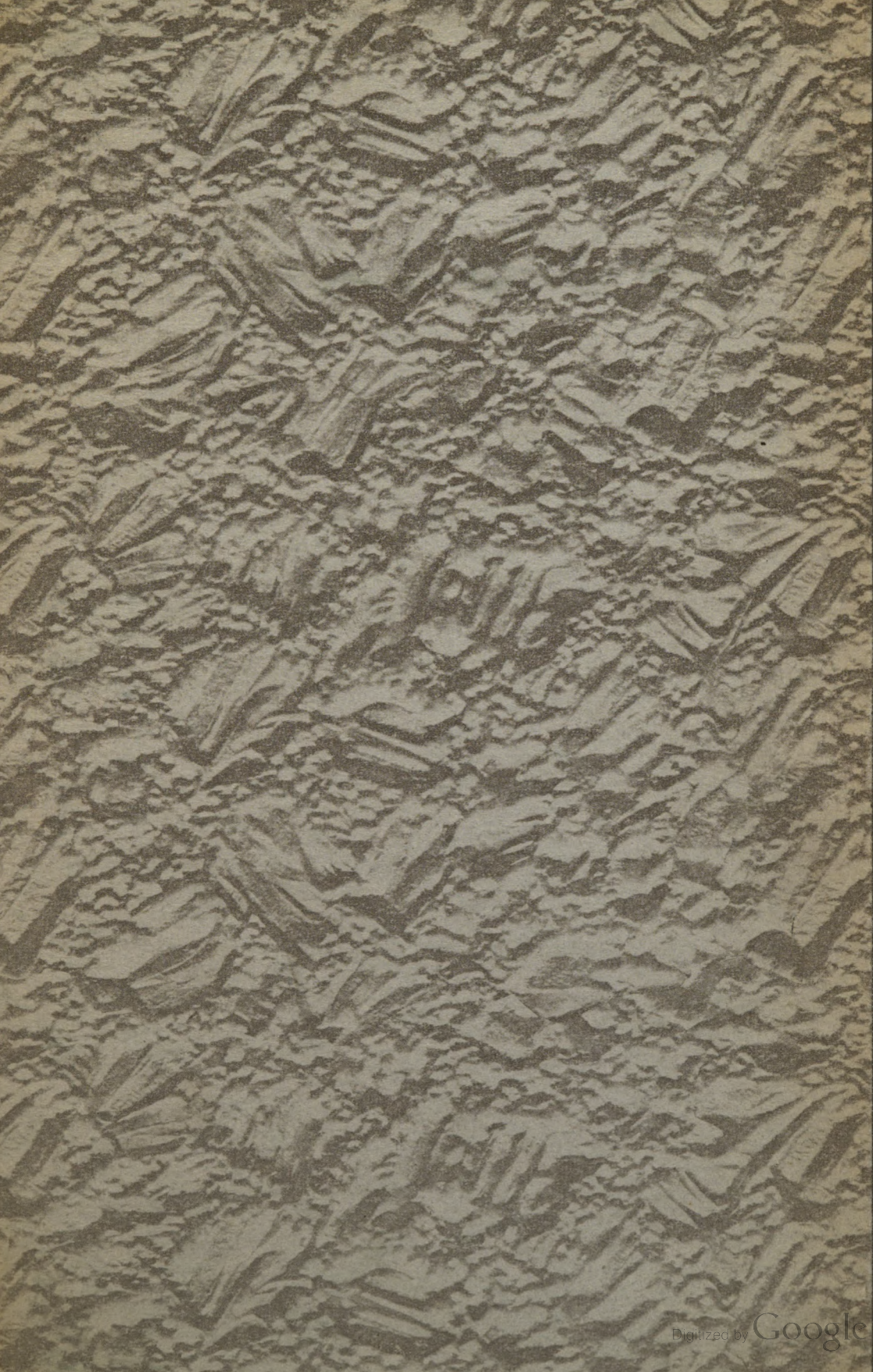
Digitized by Google

Gaylord
PAMPHLET BINDER
Syracuse, N. Y.
Stockton, Calif.

3 2044 107 161 366

Date Due

Digitized by Google


Digitized by Google